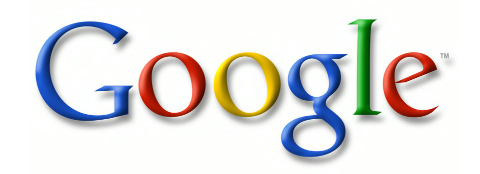
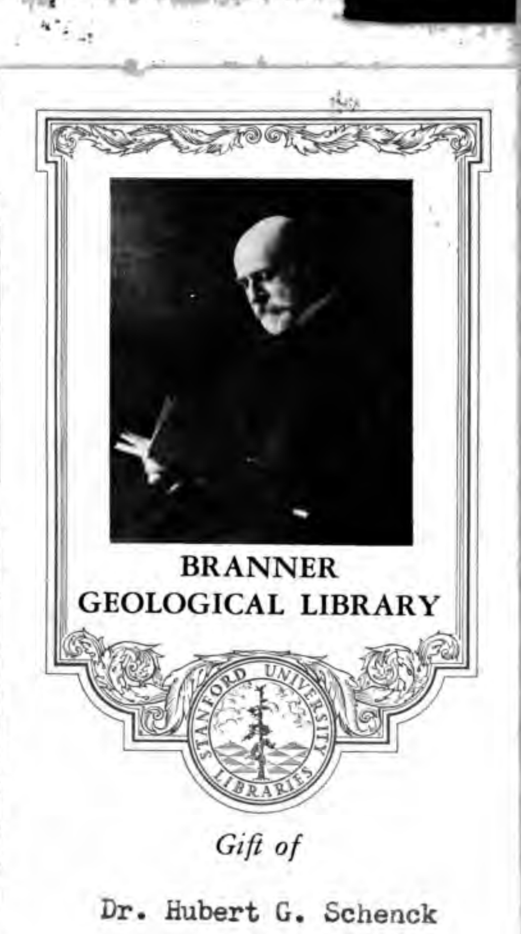





BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

# PALÉONTOLOGIE

ET

# DE GÉOLOGIE

STRATIGRAPHIQUES

PAR

M. ALCIDE D'ORBIGNY

Docteur ès sciences,

Chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur, de l'ordre de saint Wladimir de Russie, de l'ordre de la Couronne de fer d'Autriche, officier de la Légion d'honneur Bolivienne ; membre des Sociétés philomatique, de géologie, de géographie et d'ethnologie de Paris, membre honoraire de la Société géologique de Londres ; membre des Académies et sociétés savantes de Turin, de Madrid, de Moscou, de Philadelphie, de Ratisbonne, de Montevideo, de Bordeaux, de Normandie, de la Rochelle, de Saintes, de Blois, de l'Yonne, etc.

Vignettes gravées en relief et sur cuivre

PAR M. E. SALLE

---

TOME SECOND.

FASCICULE II.

---

VICTOR MASSON,

Place de l'École-de-Médecine, 17. — Paris.

1852

# CHAPITRE III.

## DEUXIÈME GRANDE ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

### TERRAINS TRIASIQUES.

*Première apparition* de la classe des Oiseaux, des ordres de Reptiles chéloniens (Tortues), des Crustacés décapodes, des Mollusques céphalopodes acétabulifères, des genres *Ammonites*, *Trigonia*, *Plicatula*, *Pentacrinus*.

*Règne* des grands Reptiles sauriens; commencement du règne des Plantes *dicotylédones gymnospermes;* des genres *Ceratites*, *Myophoria*, *Encrinus*.

§ 1792. **Synonymie.** *Terrains triasiques*, de M. d'Omalius d'Halloy; *Terrains de trias*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; *Newred* (nouveau grès rouge) *trias*, de M. Murchison; *Formation triasique*, partie de la *période salino-magnésienne*, de M. Cordier; partie de la *mesozoic serie*, ou *triasic groupe*, de M. Morris; partie du *groupe des grès rouges*, de M. de la Bèche; *Terrain vosgien*, de M. Rozet; *Terrain keuprique*, de M. Huot; partie des terrains *izémiens abyssiques*, de M. Brongniart; *Terrain de trias*, de M. Beudant.

§ 1793. **Limites.** Le nom de triasique ayant été, depuis longtemps, appliqué, par M. d'Omalius d'Halloy, à cette seconde période de l'âge du monde animé, nous avons cru devoir le conserver, avec d'autant plus de raison que la circonscription supérieure et inférieure assignée restait la même. Comme l'ont fait tous les géologues, nous faisons commencer cette période immédiatement au-dessus de l'étage permien, avec les grès bigarrés, et nous la faisons se terminer aux marnes irisées, ou aux calcaires de Saint-Cassian, immédiatement au-dessus des grès de l'étage sinémurien, ou du lias inférieur. Ces limites donnent un ensemble aussi bien circonscrit comme époque géologique que par sa faune et sa flore stratigraphiques.

§ 1794. **Extension géographique.** Ainsi qu'on pourra le voir aux étages (les parties marquées 5 et 6 dans notre carte, *fig.* 408), ces terrains se montrent dans les Pyrénées autour du plateau central, dans le Var, sur les deux versants des Vosges et en Normandie. En Angleterre, ils s'étendent du nord au sud, dans toute la longueur de la Grande-Bretagne, en Écosse et en Irlande. Ils sont représentés dans toute l'Allemagne, en Belgique, en Suisse, dans les États sardes, en Espagne, en Pologne, dans le Tyrol, dans la Bohême, dans la Moravie, en Russie. Ils sont indiqués aux États-Unis, et nous les avons vu couvrir de vastes

surfaces sur les régions montueuses de la république de Bolivia, dans l'Amérique méridionale. On les a cités encore dans la Colombie, dans les grandes Antilles et au Mexique (près de la Vera-Cruz et d'Amajaque). En résumé, les terrains triasiques se montreraient sous la ligne, au sud, jusqu'au 20° de latitude, et au nord jusqu'au 48°; ainsi ces terrains occuperaient une vaste surface du monde.

§ 1795. **Divisions des terrains triasiques en étages.** Presque tous les géologues ont divisé les terrains triasiques en trois âges superposés : le *grès bigarré*, le *muschelkalk* et les *marnes irisées*. De ces trois séries de couches, distinguées comme coupes d'égale valeur par les auteurs, nous n'en conservons que deux, qui concordent en tous points avec les caractères de superposition et les caractères paléontologiques tirés des animaux et des plantes. Suivant notre manière d'envisager les étages, ils n'existent, pour nous, que lorsqu'ils représentent une époque comme la nôtre, ayant sa faune et sa flore spéciales (§ 1610). Or ces trois séries de couches ont-elles, chacune en particulier, ces caractères? Assurément non; et nous ne voyons, dans ces trois séries, que deux époques marquées, ou mieux deux étages. Nous réunissons ensemble les grès bigarrés et les muschelkalks, dans l'*étage conchylien :* 1° Parce que ces deux séries de couches, formées de grès bigarrés et de muschelkalk sur les versants des Vosges et en Provence, sont souvent remplacées par des grès sans muschelkalk, comme dans les Pyrénées, en Angleterre et aux États-Unis, ce qui prouverait que les deux séries de couches ne sont, dans les Vosges, qu'un accident local, puisqu'elles sont remplacées, sur d'autres points, par des grès seulement, alors l'équivalent à la fois du grès bigarré et du muschelkalk des Vosges. 2° Parce que les deux séries de couches, ou les grès seulement des autres points, reposent, du reste, comme stratification, toujours sur l'étage permien et ont le même caractère géologique. 3° Parce que, prise séparément, chacune des deux séries ne donnerait qu'une partie d'une époque : les grès bigarrés, presque sans fossiles marins, ne pourraient, tout au plus, représenter qu'un dépôt terrestre et riverain; le muschelkalk sans fossiles terrestres ne représenterait qu'un dépôt marin. En les séparant, il manquerait donc quelque chose à toutes les deux. 4° Enfin, parce que, réunissant ces deux séries de couches dans une seule époque, on la complète, et l'on en fait, comme dans tous les autres étages, une période formée d'une faune et d'une flore terrestres. C'est par la même raison que nous réunissons, sous le nom d'*étage saliférien*, les marnes irisées dépendantes des parties riveraines et terrestres de cette époque, aux Keuper, ou aux calcaires de Saint-Cassian qui en sont les dépôts marins. Cette réunion, en rapport avec la stratification, se trouve pleinement confirmée, du reste, par les considérations paléontologiques tirées, à la fois, des plantes et des animaux

(§ 1844). En résumé, nous ne trouvons, dans la nature, que deux étages de terrains triasiques, dans l'ordre suivant : l'étage *conchylien*, et l'étage *salifèrien*.

§ 1796. **Stratification.** Ce que nous avons dit à l'étage conchylien en particulier prouve que ces terrains reposent sur les derniers membres de la période paléozoïque, aux deux versants des Vosges, dans une partie de l'Allemagne, en Angleterre et en Russie; et que dès lors ils ont bien succédé régulièrement à ce premier âge du monde animé. A côté de cette superposition, qui nous donne la succession chronologique, les discordances que nous avons indiquées (§ 1771) prouvent que ces terrains sont bien distincts, géologiquement parlant, des terrains paléozoïques.

§ 1797. **Groupement des étages.** Par la succession régulière des deux étages, en couches souvent concordantes, dans les Vosges, en Allemagne et en Angleterre, on a la certitude que ces terrains forment un ensemble régulier (§ 1816). Voyez les étages 5 et 6, de notre coupe, *fig.* 393.

§ 1798. **Séparation des étages.** D'un autre côté, par la discordance des deux étages (§ 1817) en particulier, aussi bien que par la faune et la flore de chacun d'eux, on voit qu'ils forment bien deux époques distinctes de même valeur, tracées par la nature.

§ 1799. **Composition minéralogique.** En jetant les yeux sur les deux étages de ces terrains, on se convaincra facilement, que les caractères minéralogiques sont, ici, aussi variables que dans les terrains précédents; et que vouloir s'en servir exclusivement, c'est prendre le plus sûr moyen de se tromper, surtout pour l'assimilation de contrées lointaines.

§ 1800. **Puissance.** En additionnant la puissance respective que nous avons trouvée aux étages en particulier, nous aurons pour le premier, le maximum de 360 mètres, et pour le second, 360 mètres, en tout 720 mètres, pour les points mesurés.

§ 1801. **Déductions tirées de la nature des sédiments.** Comme on le verra aux étages, nous ne pouvons que répéter ici ce que nous avons dit aux terrains paléozoïques (§ 1661); c'est que les mers et les continents devaient être soumis, pendant la période triasique, à toutes les lois physiques actuelles, quant au charriage et aux zones d'habitation des êtres terrestres et marins.

§ 1802. **Caractères paléontologiques.** Pris comme ensemble, les terrains triasiques se distinguent nettement des terrains paléozoïques sous-jacents et des terrains jurassiques superposés. Voici, du reste, les caractères négatifs et positifs généraux qu'on peut tirer des restes organisés fossiles.

*Caractères négatifs tirés des genres.* Les terrains triasiques se distinguent des terrains paléozoïques par l'absence totale des 323 genres positifs pour ces derniers (§ 1665), et qui sont tous restés, jusqu'à présent, dans ce premier âge du monde, sans arriver à la période triasique.

§ 1803. Pour distinguer l'époque triasique de l'époque jurassique, nous avons tous les genres qui n'existaient pas encore dans la première, et qui n'ont commencé à se montrer que durant la période jurassique. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales. Parmi des animaux qui ont été rapportés aux Mammifères (§ 1580), les 2 genres de notre tableau n° 1 ; parmi les Reptiles, les 18 genres de notre tableau n° 3; parmi les Poissons ganoïdes et placoïdes, 48 genres (1). Parmi les Crustacés, 35 genres appartenant principalement aux Décapodes et aux Isopodes. Parmi les Insectes, quelques genres d'Hyménoptères, d'Hémiptères, de Lépidoptères et de Diptères. Parmi les Mollusques céphalopodes, les 16 genres de nos tableaux n$^{os}$ 5 et 6; parmi les Mollusques gastéropodes, les 14 genres de notre tableau n° 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 23 genres de notre tableau n° 8 ; parmi les Mollusques brachiopodes, les 3 genres de notre tableau n° 9 ; parmi les Mollusques bryozoaires, les 17 genres de notre tableau n° 10; parmi les Échinodermes, Échinides et Astérides, les 24 genres de notre tableau n° 11 ; parmi les Échinodermes crinoïdes, les 10 genres de notre tableau n° 12; parmi les Zoophytes, les 57 genres de notre tableau n° 13; parmi les Foraminifères, les 10 genres de notre tableau n° 14, et parmi les Amorphozoaires, les 9 genres de notre tableau n° 15. C'est-à-dire un total de 292 genres nés postérieurement aux terrains triasiques, et pouvant donner des caractères stratigraphiques négatifs relativement aux terrains jurassiques. Nous pouvons encore signaler les caractères généraux suivants : le manque des classes de Mammifères, d'Insectes myriapodes, et des 43 ordres d'animaux vertébrés, annelés, mollusques et rayonnés de notre tableau n° 16. En résumé, pour distinguer les terrains triasiques des terrains inférieurs ou supérieurs, nous avons, en énumérant les diverses séries animales, environ 1,423 genres qui peuvent donner des caractères négatifs, parce qu'ils manquent dans cette seconde période de l'animation du globe.

§ 1804. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Pour distinguer les terrains triasiques des terrains paléozoïques, nous avons les 71 genres donnés à ces terrains, comme caractères négatifs (§ 1664), qui deviennent, ici, des caractères positifs, attendu qu'ils se

(1) Tous ces genres sont énumérés aux étages jurassiques.

montrent dans les terrains triasiques, mais sont inconnus, jusqu'à présent, dans la première période de l'animalisation.

§ 1805. Pour distinguer la période triasique de la période jurassique, nous avons tous les genres nés et éteints dans la période triasique, et ceux qui sont nés antérieurement sans passer aux terrains jurassiques. Ces genres sont ainsi répartis : parmi les Reptiles, les 14 genres de notre tableau n° 2 ; parmi les Poissons, 8 genres de Ganoïdes et de Placoïdes; parmi les Crustacés, 1 genre ; parmi les Mollusques céphalopodes, les 6 genres de nos tableaux n$^{os}$ 5 et 6 ; parmi les Gastéropodes, les 2 genres de notre tableau n° 7; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Myophoria* ; parmi les Mollusques brachiopodes, les quatre genres de notre tableau n° 9; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Coscinium* ; parmi les Échinodermes, les 2 genres *Aplocoma* et *Encrinus*; parmi les Zoophytes les 2 genres de notre tableau n° 13 ; parmi les Amorphozoaires, le genre *Stromatopora* de notre tableau n° 15 : le tout forme un total de 42 genres.

§ 1806 La combinaison de 615 genres pouvant donner des caractères négatifs entre la période triasique et les périodes immédiatement supérieures ou inférieures, aux 71 genres positifs qui séparent nettement les terrains triasiques, des âges qui les précèdent ou qui leur succèdent, donne, pour chacune de ces périodes en particulier, des faunes parfaitement caractéristiques. La faune triasique a pour facies particulier, d'être intermédiaire entre les faunes spéciales des terrains paléozoïques et jurassiques. Elle renferme encore quelques genres, tels que : *Orthoceratites*, *Melia*, *Aganides*, *Porcellia*. *Productus*, *Cyrthia spirifer* et *Spirigera*, qui avaient leur maximum de développement dans les terrains paléozoïques; et ne sont, dans les terrains triasiques, où elle s'y éteignait pour toujours, que les derniers reflets des autres formes voisines de l époque antérieure. Elle renferme déjà les premières espèces des genres plus spéciaux aux terrains jurassiques : les *Ammonites*, les *Trigonia*, les *Gervillia*, les *Pentacrinus*, les *Montlivaltia*, les *Hippalimus*, qui sont les premières traces des nombreux genres voisins particuliers à la période jurassique, comme si la nature préludait aux créations futures. C'est, en effet, dans les terrains triasiques que naissent les premières traces des Oiseaux, des Tortues, des Crustacés décapodes, et des Céphalopodes acétabulifères, qui prennent un si grand développement dans l'époque suivante. Si la zoologie fossile nous donne ces résultats, la botanique fossile, étudiée avec tant de soin par M. Brongniart, amène précisément aux mêmes conclusions. C'est une nouvelle preuve, nous le pensons, de l'importance des caractères stratigraphiques tirés des corps organisés fossiles.

§ 1807. **Caractères paléontologiques tirés des espèces**. Si nous

joignons aux caractères stratigraphiques énoncés, les résultats donnés par les espèces, nous arriverons encore aux mêmes résultats que pour les autres terrains, c'est-à-dire qu'elles forment autant de zones chronologiques superposées que nous avons d'étages. Nous avons indiqué deux étages dans cette période, nous avons donc deux faunes distinctes superposées, l'une inférieure, l'autre supérieure. Indépendamment des animaux vertébrés et des animaux annelés qui renferment un bon nombre d'espèces, en réunissant les faunes d'animaux mollusques et rayonnés énumérés dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, aux flores signalées par M. Brongniart, nous aurons, à chacun des étages, les nombres d'espèces qui suivent :

| | | |
|---|---|---|
| Étage conchylien . .. ...... | 135 | espèces. |
| Étage saliférien.... ........ | 92 | espèces. |
| Total .......... . .. ...... | 927 | espèces. |

En résumé, nous avons 927 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, et de plantes des terrains triasiques, se divisant en deux zônes superposées : les étages conchylien et saliférien.

§ 1808. **Chronologie historique.** Prise dans son ensemble, la période triasique avait des continents et des mers. Les mers se montraient sur une vaste surface de la terre, sur la zone torride et des deux côtés du monde. Elles nourrissaient sur leurs bords, des plantes marines, un grand nombre de poissons, quelques Crustacés, des Mollusques nombreux et beaucoup d'animaux rayonnés. Cet ensemble d'êtres marins n'est plus identique à la période paléozoïque : il ne nourrit plus, en effet, aucun Crustacé trilobite ; les Céphalopodes y sont peu nombreux, ainsi que les Brachiopodes ; les Poissons ganoïdes et placoïdes n'y sont plus à leur maximum de développement. Les Crinoïdes, si développés, ne s'y montrent plus que sous deux formes génériques, enfin 323 genres des terrains paléozoïques sont inconnus dans la période triasique. D'un autre côté, avec la période triasique, comme compensation, naissent de nouvelles espèces de plantes marines ; les Crustacés décapodes s'y montrent pour la première fois, avec des Céphalopodes acétabulifères, et 71 genres nouveaux, parmi lesquels apparaissent des *Ammonites*, des *Trigonies*, des *Plicatules*, des *Pentacrinus*, etc., etc.; tandis que les genres *Ceratites*, les *Myophoria*, les *Encrinus* y ont, ou leur règne exclusif, ou leur maximum de développement. Aussi d'un côté, beaucoup de formes animales sont restées ensevelies, pour toujours, dans les mers paléozoïques ; et beaucoup de formes animales nouvelles apparaissent avec les mers triasiques.

*§ 1809.* Les continents nous montrent les mêmes changements. Les

plantes acrogènes, à leur maximum de développement dans les terrains paléozoïques, y sont ici moins nombreuses, et quelques genres d'animaux terrestres disparaissent entièrement ; mais ces changements sont largement compensés par les nouvelles formes qui naissent dans la période triasique. Nous voyons, en effet, apparaître sur le littoral des continents, pour la première fois, des Oiseaux, des Tortues ; et les grands Reptiles sauriens y atteignent le maximum de leur développement générique, et y prennent les formes les plus étranges, tandis que commence le règne des plantes dicotylédones gymnospermes.

En résumé, dans cette seconde période de l'animation du globe, aucun mode de respiration n'existe de plus (§ 1573). Les mêmes classes, les mêmes ordres existent, à ces changements près : que les *Crustacés trilobites* y sont en moins; que les Oiseaux les Tortues, les Crustacés décapodes, les Céphalopodes acétabulifères y sont en plus. Beaucoup de genres éteints dans les terrains paléozoïques ont été remplacés par d'autres au moins aussi nombreux. Toutes les espèces y sont totalement différentes.

§ 1810. Pendant cette période du monde animé, moins longue, sans doute, que la période paléozoïque, des perturbations générales sont venues, deux fois, disloquer la croûte terrestre, sur quelques points du globe, et anéantir les plantes et les animaux. Deux fois aussi, après cet anéantissement, le repos reparaît sur le globe; et une nouvelle création repeuple la terre de plantes et d'animaux différents des époques précédentes.

§ 1811. **Les roches plutoniques contemporaines des terrains triasiques**, qui sont venues surgir à chacune des dislocations géologiques, par les fentes et par les ouvertures béantes, et former des filons ou de larges épanchements à la surface de la terre, sont les suivantes :

Le *Porphyre argiloïde* (*Porphyre molaire* ; partie de l'*Argilophyre*, de MM. Brongniart et d'Omalius). Cette roche, composée comme le porphyre pétrosiliceux, en diffère par la cristallisation imparfaite du feldspath qui constitue la pâte, par sa cassure terne et l'aspect argiloïde, ainsi que par les cellules qu'elle présente souvent. Il forme des épanchements.

§ 1812. **Lherzolite** (*Pyroxène lherzolite*, de M. Brongniart ; *Pyroxène* en roches ; *Pyroxénite*). Cette roche, presque entièrement composée de pyroxène granulaire, lamellaire ou compacte, ressemble beaucoup à la coccolite ; mais elle en diffère par ses éléments accessoires et par son âge. Dans les Pyrénées, au port Lherz (d'où elle tire son nom), elle paraît former des amas transversaux.

§ 1813. Quelques auteurs font encore surgir des *basaltes* à cette époque; mais ce n'est pas l'opinion de M. Cordier. Il en est de même des

granits. Nous avons vu, en effet, les roches triasiques en couches horizontales, niveler les inégalités des roches granitiques, dans la vallée de Miraflor, près de Potosi, en Bolivia. Les roches granitiques n'ont donc pas surgi au milieu des dislocations des premières; ce qui ferait supposer que le granit était sur ce point antérieur aux dépôts triasiques.

### 5e Étage : CONCHYLIEN.

*Première apparition* de la classe des Oiseaux, des ordres de Reptiles chéloniens (Tortues), de Crustacés décapodes, de Céphalopodes acétabulifères, des genres *Ceratites*, *Neritopsis*, *Perna*, *Lima*, etc.

Règne des grands Reptiles sauriens, des genres *Myophoria*, *Encrinus*. *Commencement du règne* des Plantes dicotylédones, gymnospermes.

*Zone* du *Nautilus arietis*, du *Ceratites nodosus*, du *Panopœa ventricosa*, du *Myophoria Goldfussii*, de l'*Avicula socialis*, du *Terebratula communis*, et de l'*Encrinus entrocha*.

*Dérivé du nom*. M. Brongniart ayant désigné un des facies minéralogiques de cet étage sous le nom de *Calcaire conchylien*, traduction du mot *Muschelkalk* employé en Allemagne, nous avons cru devoir le conserver, parce qu'il était connu partout, et qu'il avait une terminaison euphonique analogue à la terminologie que nous avons adoptée pour nos étages.

§ 1814. **Synonymie.** *Calcaire conchylien* de M. Brongniart, *Grès bigarré* et *Muschelkalk*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; *Formation pœcilienne* et *Formation conchylienne*, de M. Huot; *Calcaire à cératite*, de M. Cordier; *New-red Sandstone* (*nouveau grès rouge*), de M. Murchison et des géologues anglais; *Bunter Sandstein* des Allemands; *Muschelkalk* de M. de la Bèche.

*Type français*. A Lunéville (Meurthe), au Cas, près du Beausset (Var).

§ 1815. **Extension géographique.** (Voyez étage 5e de notre carte, *fig.* 408.) Comme nous le circonscrivons, l'étage se trouve répandu sur des points du globe très-éloignés les uns des autres. On n'en signale que des traces incertaines, à l'extrémité ouest de la Manche, sur le grand massif breton, et il est également douteux au pourtour du plateau central. On peut se demander, effectivement, si les lambeaux triasiques qui y sont placés seulement d'après le caractère minéralogique doivent en faire partie; par exemple, ceux du Tarn-et-Garonne, à Pueclet, à Varin, à Monteil; de la Corrèze, à Beaulieu, à Meissac, à Larche, à Brives; dans la Dordogne, à Hautefort, à Terrasson; du Cantal et de l'Aveyron, à Espalion, à Villecomtal, à Rignac, à Rodez, et du Tarn à Vabres, à Pont-de-Camaris. Ces lambeaux reposent, du reste, souvent

sur l'étage carboniférien ou sur des roches azoïques, superposition qui laisserait encore plus de doutes ; et ils pourraient tout aussi bien dépendre du même âge que Lodève, dont ils semblent être la suite, c'est-à-dire être permiens. On doit donc attendre que des corps organisés fossiles viennent résoudre la question. Nous pouvons en dire autant de tous les lambeaux des Pyrénées rapportés aux grès bigarrés par les savants auteurs de la carte géologique de France. Ils reposent, soit sur des terrains paléozoïques indéterminés, soit sur des roches azoïques, comme les lambeaux du plateau central. Nous ne devons donc les indiquer ici que très-provisoirement, en attendant qu'on puisse leur assigner une place paléontologique certaine.

Dans le sud de la France, les parties qui ne nous laissent aucun doute sur leur classement, comme nous avons pu le reconnaître par les fossiles, sont celles qui forment, dans le département du Var, un vaste lambeau dirigé au sud-ouest, en partant d'Antibes, passant par la plaine au-dessous de Grasse, à Fréjus, à Draguignan, à Lorgues, à Cuers, à Toulon et jusqu'au Beausset. D'autres lambeaux se voient à Saint-Maximin, près de Brignoles. La plus vaste étendue que nous ayons de cet étage en France se montre sur les deux versants des Vosges. Il commence, effectivement, sur le versant occidental dans la Haute-Saône, à Saint-Georges; se continue à Saint-Germain, à Luxeuil, à Saint-Loup, à Vauvillers ; s'élargit beaucoup ensuite, et se montre alors dans la Haute-Marne, à Bourbonne-les-Bains, et dans les Vosges, à Lamarche, à Monthureux, à Buaux, près de Plombières, à Remiremont, à Dompaire, à Épinal et à Rambervillers. Cette bande se rétrécit et se dirige par le département de la Meurthe, à Lunéville, à Blamont, à Phalsbourg ; par la Moselle, à Sarreguemines, à Boulay ; et se continue au nord, d'un côté dans le grand-duché du Rhin, à Sarrebourg, à Trèves, à Bitbourg, à Hillesheim ; et de l'autre dans la Bavière rhénane, à Deux-Ponts. Une autre bande étroite se montre sur le versant oriental des Vosges, dans le Bas-Rhin, depuis Bœrsch, passant par Marmoutier, Saverne, Niederbronn, et se perd à Weissenbourg.

En Angleterre, il forme une bande irrégulière, presque nord et sud, qui commence à l'est du Devonshire, et dans le Somersetshire; se montre, ensuite, sur une vaste étendue occupant une partie du Worcester, du Warwick, du Salopshire, du Staffordshire, du Leicestershire, du Derbyshire, du Chestershire, du Lancastershire, du Nottingham et du Yorkshire ; il reparaît, de nouveau, dans le Cumberland, occupant ainsi tout le centre de l'Angleterre.

Indépendamment des points allemands déjà cités, une grande bande souvent interrompue commence dans le grand-duché de Bade, à Lorrach : s'étend à Waldshut, à Bondorf, à Hufingen, à Villingen, à Durlach, à Hei-

delberg; dans le Wurtemberg, par Rottweil, Sulz, Horb, Calw, Vaihingen, Heilbronn, Miltenberg; et bien plus au nord, à Marbourg, Wolfshagen, etc., etc. L'étage se montre encore en Pologne, à Porzow, à Tokarma. En Russie, M. Murchison signale le mont Bogdo; un autre point dans les steppes d'Astracan, et le nord de la Sibérie. En Italie, l'étage existe à Recoaro, au val de Prak, dans le Vicentin; dans le Tyrol, à la vallée de Rosetz; dans la Lombardie, où M. Curioni a recueilli des fossiles.

Dans l'Amérique septentrionale, on rapporte généralement à cet âge les fameux grès à empreintes de pas d'animaux, qui forment une bande S. S O. dans le Massachusets, le Conecticut, la Pensylvanie, le Maryland et la Virginie. Dans l'Amérique méridionale, nous en avons rencontré des lambeaux sur le plateau des Andes boliviennes, dans les provinces de Carangas, de Potosi, et sur les contre-forts orientaux des Andes, dans les provinces de Mizqué et de Valle-Grande (Bolivia).

§ 1816. **Superposition.** L'étage se montre sur l'étage permien, aux deux versants des Vosges (l'étage 5e de notre coupe, *fig.* 393), dans une partie du grand-duché du Rhin, en Bavière, dans le grand-duché de Bade, dans le Wurtemberg, dans presque toute l'Allemagne, et sur presque tous les points de l'Angleterre. Il en est de même au mont Bogdo, en Russie. Toutes les grandes surfaces de l'étage conchylien se trouveraient donc partout sur l'étage permien, et viendraient prouver que le premier a bien régulièrement succédé au dernier. Souvent ces étages paraissent être en couches presque concordantes.

§ 1817. **Discordances.** A l'étage précédent, nous avons donné les limites inférieures (§ 1771); nous n'y reviendrons pas. Mais nous allons donner les limites supérieures, c'est-à-dire les limites stratigraphiques, entre les étages conchylien et salifèrien. Nous citerons d'abord l'isolement de l'étage conchylien aux États-Unis, où il s'étend du Massachusets au Conecticut, à la Pensylvanie, au Maryland et à la Virginie, sans être recouvert par l'étage salifèrien, qui lui a succédé régulièrement. Nous regardons comme des discordances bien tranchées le manque sous l'étage salifèrien de l'étage conchylien qui l'a précédé, et qui se montre partout en dessous, sur les points où un mouvement géologique ne s'est pas fait sentir entre les deux. On trouve effectivement les lambeaux de l'étage salifèrien sur les roches azoïques, autour du plateau central (voyez étage 6e, *fig.* 408), dans l'Indre, dans le Cher, dans l'Allier et dans la Nièvre; on le voit sur des couches rapportées par les savants auteurs de la carte géologique de France à l'étage carboniférien, dans l'Allier, à Liernolles; dans la Nièvre, près de Decize, et dans Saône-et-Loire, autour du lambeau charbonneux du mont Cenis. C'est ainsi que nous retrouvons l'isolement stratigraphique naturel de l'étage

D'Or PA

26e ÉTAGE : FALUNIEN.

16e ÉTAGE : PORTLANDIEN.

15e ÉTAGE : KIMMÉRIDGIEN.

NIVEAU DE LA MER

13

12

Clamart.

ɔire-
Doulevant.

Circ

1

conchylien ; isolement tout à fait en rapport avec les limites des faunes respectives.

§ 1818. **Composition minéralogique.** Dans la Provence, dans les Vosges et dans une partie de l'Allemagne, l'étage est formé de deux séries de couches, d'abord à la partie inférieure des *grès bigarrés*, rouges, jaunes, tachetés différemment et très-variables en couleur; puis une autre série de couches, formée de calcaires compactes, gris-brun ou bleuâtres, qu'on a désignés sous le nom de *Muschelkalk* ou de *Calcaires conchyliens*. A côté de ces deux séries de couches superposées, les unes formées d'éléments siliceux, sablonneux, les autres d'éléments fins et calcaires, nous trouvons seulement du muschelkalk à Hangenbieten et à Soultz (Bas-Rhin); seulement des grès bigarrés dans toute la chaine des Pyrénées; seulement des grès rouges dans toute l'Angleterre; seulement des grès plus ou moins rougeâtres aux États-Unis. Il ressortirait de cette composition minéralogique comparée, que, quoique moins variable, peut-être, sous ce rapport, que les autres étages, celui-ci l'est aussi, et confirme la variabilité générale de ce caractère, suivant les âges.

§ 1819. **Puissance connue.** En Prusse et en Silésie, on donne 350 mètres de puissance aux grès bigarrés, et dans la Hesse-Électorale, 360 mètres. Les calcaires ont, dans la Westphalie, 200 mètres, dans le Wurtemberg 300 mètres, et dans le grand-duché de Bade jusqu'à 350 mètres d'épaisseur.

§ 1820. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Bien que nous n'ayons encore que des renseignements bien peu nombreux, nous pouvons au moins donner quelques-unes des indications que peuvent offrir les fossiles.

*Partie peut-être terrestre.* La présence seule de plantes terrestres fossiles dans les grès bigarrés des Vosges, et notamment à Sultz-les-Bains, près de Strasbourg, pourrait, aussi bien que le manque de coquilles marines, faire croire que ce point était continental.

§ 1821. **Points littoraux des mers.** La présence de coquilles marines et de plantes à Domptail et à Aydoiles (Vosges); et celle de coquilles flottantes de Mollusques céphalopodes (*Nautilus* et *Ceratites*), pourraient faire supposer que les points suivants étaient littoraux et au niveau supérieur des marées. En France, Rehainviller, près de Lunéville Meurthe); le Cas, près du Beausset (Var). En Allemagne, Irschara, Campilberge et Willengen. En Russie, le mont Bogdo et le nord de la Sibérie. Il est probable que les couches à empreintes de pas d'oiseaux des États-Unis étaient également littorales (§ 96), ainsi que les empreintes d'ondulations de la mer (§ 33) trouvées dans le Cheshire, en Angleterre. On rencontre les empreintes physiologiques dans le Connecticut, et M. Hitchcock les a étudiées d'une manière très savante. On

en voit en Angleterre, à Storeton-Hill et à Shrenwsury, où MM. Cuningham et Ward ont pu étudier les nombreuses empreintes physiologiques de pas de chirothérium, et des empreintes physiques de gouttes de pluie.

§ 1822. **Points sous-marins voisins des côtes.** Par les Mollusques gastéropodes dominants, nous devons supposer, par analogie avec les causes actuelles, que les points suivants se sont déposés près des côtes; mais au-dessous des marées, car ils ne renferment pas de Céphalopodes. Ce sont, en même temps, les parties où l'on rencontre le plus de fossiles. En France, Mortagne, Montanville, Sainte-Anne (Meurthe), fort Malbousquet, fort Féron, près de Toulon (Var). En Allemagne Cissischen, Braunschweig, Gœttingen, Brindloch, Salzbad, Ats, Gerend. En Bavière, Munster. En Wurtemberg, Menegen, Dielersweiler, près de Freudenstadt; Friedrich-Hall, Boblingen, Rotweil, Horgen, Brandenbourg. Dans l'Amérique méridionale, nous y joignons la vallée de Santa-Lucia, près de Potosi, en Bolivia.

§ 1823. **Points profonds des mers.** La présence des Crinoïdes, des Brachiopodes, dominants sur les points suivants, nous font supposer qu'ils se sont déposés bien au-dessous du balancement des marées. En France, Magnière (Meurthe), les environs de Draguignan, la montagne des Oiseaux, près d'Hyères (Var). En Allemagne, Waltershausen, Schwerfen, Burgtonna, Kerda, près d'Ohrdruf; Stenbendorf, Erkeroth, Guessing, Gotha, Iéna. Dans le duché de Weimar, Tangelstade. En Silésie, Tarnowitz. Dans le Vicentin, Reoaro. Dans le Tyrol, Rosetz. En Pologne, Poszow, Szydlow, Kiela, Tokarma. De ces différentes séries de faits, on pourrait conclure, qu'il y avait, à l'étage conchylien, des continents et des mers soumis aux causes physiques qui agissent aujourd'hui.

La conservation des points littoraux annonce une oscillation durant la période conchylienne, ou correspond à la perturbation finale de l'étage.

§ 1824. **Caractères paléontologiques.** Le nombre peu considérable d'espèces de cet étage montre combien il reste encore à découvrir; car cette pauvreté de la science relativement à cet étage ne tient point au manque de faits, mais seulement au peu de recherches faites pour les démontrer. Il reste, néanmoins, assez de matériaux pour prouver que les animaux et les plantes en sont tout à fait différents de la faune et de la flore de l'étage permien. On trouverait donc, pour cet étage, comme pour le précédent, que la Zoologie et la Botanique fossiles sont parfaitement d'accord avec la superposition géologique, pour le séparer nettement en époque distincte. Les renseignements paléontologiques donnent pour caractères les indications suivantes.

§ 1825. **Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.**

L'étage conchylien a pour caractère distinctif d'avec l'étage permien les 18 genres (§ 1784) nés et anéantis dans ce dernier étage, ou bien qui, nés antérieurement, s'y éteignent aussi, sans passer, au moins jusqu'à présent, dans l'étage conchylien, et pouvant servir de caractères négatifs pour distinguer l'étage conchylien de l'étage permien, indépendamment des caractères donnés par les plantes.

§ 1826. Pour séparer l'étage conchylien de l'étage saliférien, sans parler des plantes si différentes, nous avons les genres suivants, inconnus à cet étage, et qui naissent seulement avec l'étage saliférien. Parmi les Reptiles, les 3 genres de notre tableau n° 3. Parmi les Poissons, les genres *Sphærodus* et *Picnodus*. Parmi les Mollusques céphalopodes, le genre *Ammonites*. Parmi les Mollusques gastéropodes, les 4 genres de notre tableau n° 7. Parmi les Mollusques lamellibranches, les 5 genres de notre tableau n° 8. Parmi les Échinodermes, les deux genres de nos tableaux nos 11 et 12. Parmi les Zoophytes, les 11 genres de notre tableau n° 13. Parmi les Amorphozoaires, les 7 genres de notre tableau n° 15. En résumé, nous avons pour distinguer l'étage conchylien de l'étage saliférien, 35 genres, ou caractères négatifs, qui, réunis aux 18 genres précédents, donnent un total de 53 genres pouvant servir de caractères négatifs.

§ 1827. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Les genres inconnus dans les étages inférieurs, et qui apparaissent pour la première fois avec l'étage conchylien, seront autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage permien. Ces genres, qu'on trouvera dans nos tableaux et dans notre Prodrome de Paléontologie stratigraphique, sont les suivants : Parmi les Reptiles, les genres *Thecodontosaurus*, *Palæosaurus*, *Cladiodon*, *Labyrinthodon*, *Dracosaurus*, *Conchyosaurus*, *Simosaurus*, *Pistosaurus*, *Mastodosaurus*, *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Trionix*, *Chelonia*. Parmi les Poissons, les genres *Leicacanthus*, *Ceratodus*, *Hybodus*, *Colombodus*, *Gyrodus*, *Saurichthys*. Parmi les Crustacés décapodes, le genre *Pemphix* Parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Ceratites* et *Conchorrhynchus* Parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Chemnitzia* et *Neritopsis*. Parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Myophoria*, *Cyprina*, *Lima*, *Perna* et *Hinnites*. Parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Aspendesia*. Parmi les Échinodermes, les genres *Aplocoma*, *Pleuraster*, *Acroura*, *Aspidura* et *Encrinus*. Parmi les Zoophytes, le genre *Prionastrea*. Parmi les Amorphozoaires, le genre *Amorphospongia*. Le nombre de ces genres s'élève à 37.

§ 1828. Pour distinguer l'étage conchylien de l'étage saliférien, nous avons les 15 genres suivants, qui naissent et meurent dans l'étage conchylien, sans arriver à l'étage saliférien. Parmi les Reptiles, les genres

*Thecodontosaurus*, *Palæosaurus*, *Cladiodon*, *Labyrinthodon*, *Dracosaurus*, *Conchyosaurus*, *Simosaurus* et *Pistosaurus*; parmi les Poissons, les genres *Leicacanthus*, *Colombodus*, *Gyrodus*, *Saurichthys*; parmi les Crustacés décapodes, le genre *Pemphix*; parmi les Échinodermes les genres *Aplocoma*, et *Aspidura*. Joignons encore à ces genres 6 autres genres, qui, nés autrement, se sont encore éteints dans cet étage, sans passer au suivant. Parmi les Reptiles, les genres *Proterosaurus* et *Rhynchosaurus*. Parmi les Poissons, les genres *Cœlocanthus*, *Palæoniscus*, *Amblypterus*. Parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Coscinium*. Nous avons donc 21 genres pouvant donner des caractères positifs supérieurs.

§ 1829. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Si les genres nous donnent des caractères stratigraphiques pour l'étage conchylien, les espèces nous en offrent de plus certains encore; car elles portent avec elles la preuve d'une contemporanéité parfaite. Indépendamment des nombreuses plantes que nous énumérons plus loin, des espèces de ces singuliers Reptiles sauriens et chéloniens, des Poissons et des Crustacés, nous avons, en animaux mollusques et rayonnés, 107 espèces, comme on pourra le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (Tome 1, p. 171), auquel nous renvoyons pour les noms et la synonymie. Ces espèces, suivant leur zone d'habitation, seront donc, pour nous, autant d'espèces caractéristiques de cet étage. Parmi les plus répandues, qu'on trouve aussi bien en France qu'en Allemagne, qu'en Angleterre, qu'en Russie et qu'en Sibérie, nous citerons, plus particulièrement, les espèces suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| MOLLUSQUES. | | Lima striata. | 68 |
| Conchorhynchus avirostris | 1 | — regularis. | 72 |
| Nautilus arietis. | 3 | Avicula socialis. | 75 |
| Ceratites nodosus. | 5 | — Alberti. | 77 |
| Natica Gaillardoti. | 20 | — Bronnii. | 78 |
| Panopæa ventricosa. | 34 | Ostrea subspondyloides. | 91 |
| — elongatissima. | 35 | Spirigera trigonella. | 94 |
| Myophoria Goldfussii. | 51 | Terebratula communis. | 95 |
| — trigona. | 53 | Pleuraster obtusa. | 98 |
| — simplex. | 56 | ÉCHINODERMES. | |
| — curvirostris. | 57 | | |
| Mytilus eduliformis. | 67 | Encrinus entrocha. | 102 |

Répandues sur presque tous les points où nous avons signalé l'étage, ces espèces nous donnent la certitude que tous ces points étaient contemporains, et qu'ils devaient faire partie des mêmes mers. Voici quelques exemples de la faune de cette époque (Voy. *fig.* 394 à 402).

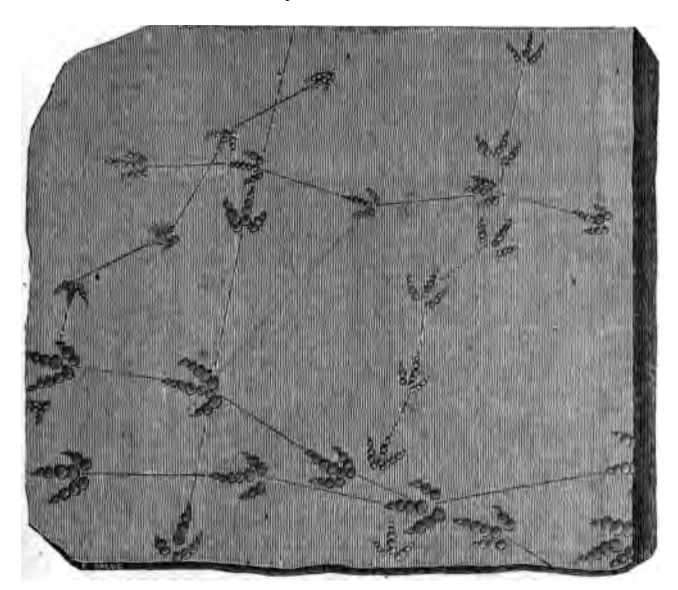


*Fig.* 394. Empreintes physiologiques d'oiseaux.

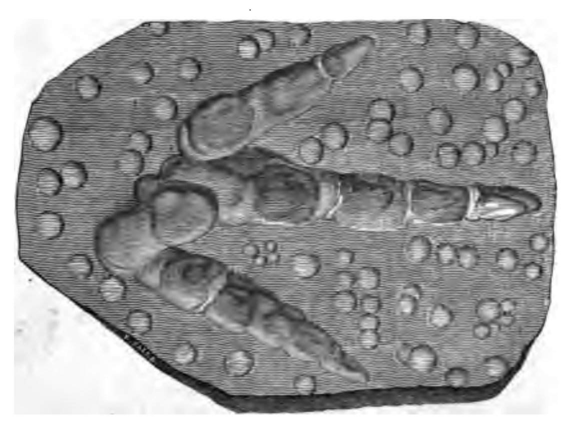


*Fig.* 395. Empreinte physiologique d'oiseau. Empreintes physiques de pluie.



*Fig.* 398. Empreintes physiologiques de tortues.







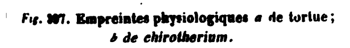


*Fig. 397. Empreintes physiologiques a de tortue ; b de chirotherium.*

*Fig. 398. Placodus gigas.*

§ 1829 *bis*. **Chronologie historique**. Quand des perturbations géo-

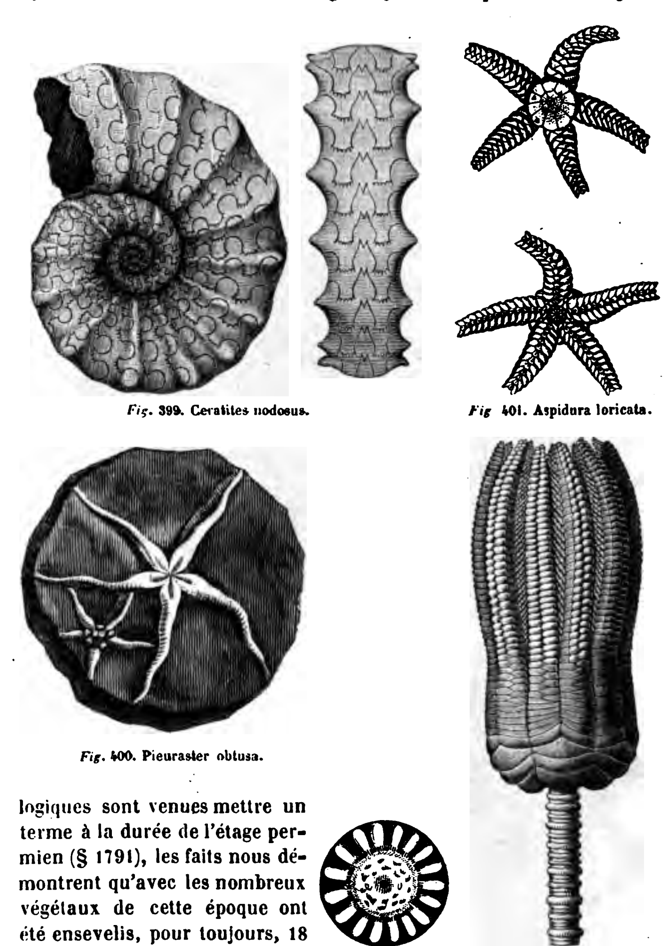


*Fig*. 399. Ceratites nodosus.

*Fig* 401. Aspidura loricata.

*Fig*. 400. Pieuraster obtusa.

*Fig*. 402. Encrinus entrocha.

logiques sont venues mettre un terme à la durée de l'étage permien (§ 1791), les faits nous démontrent qu'avec les nombreux végétaux de cette époque ont été ensevelis, pour toujours, 18 genres (§ 1784) et 91 espèces (§ 1785) d'animaux mollusques et rayonnés, qui formaient ce que nous connaissons de l'animalisation de cette époque. Ce n'est proba-

blement qu'après un laps de temps considérable, pendant lequel l'agitation des eaux ne permettait pas l'existence, que la terre s'est repeuplée de ses plantes et de ses animaux. Alors apparaissent, en même temps que de nombreuses plantes, 37 genres d'animaux inconnus dans les étages inférieurs, et 107 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, toutes nouvelles pour cet étage. Ce sont, au moins, les débris de cette période que nous pouvons mentionner aujourd'hui ; période qui, néanmoins, a dû se prolonger, à en juger par l'épaisseur des sédiments qui la composent (§ 1819), et pendant laquelle il existait des mers et des continents.

§ 1829. Les mers commencent certainement sur cette bande que nous avons signalée dans le Var (Étage 5 de notre carte, *fig.* 408, § 1815); et, à en juger par les fossiles identiques, s'étendait probablement, sans interruption, jusqu'aux Vosges, dont les deux versants étaient baignés. Cette mer se prolongeait, au nord et au nord-nord-est, dans le grand-duché du Rhin, dans le grand-duché de Bade, dans la Bavière rhénane, et, sans doute, d'un côté, en Pologne, en Russie, en Sibérie, et de l'autre jusque dans le Tyrol. L'Angleterre offrait, depuis le Devonshire jusqu'au Yorkshire et le Cumberland, une large bande qui communiquait, d'un côté, avec la mer d'Irlande, entre le pays de Galles et le Cumberland, et suivait de chaque côté de l'étage carboniférien, en se dirigeant presque du nord au sud de la Grande-Bretagne. La mer s'étendait probablement très-loin vers l'est et le nord-est, sous les terrains jurassiques, pour communiquer avec les autres points marins.

§ 1830. Les continents, sans doute les mêmes en France pour le *massif breton* (1), et pour le plateau central (2), jusqu'à l'Hérault, où nous avons signalé des plantes de l'étage permien, se sont peut-être accrus, alors ou antérieurement, d'un nouveau lambeau continental formé par la chaîne des Vosges, en prolongeant vers le sud, le continent *belge-vosgien*. Sans cela il serait difficile d'expliquer la présence, sur les deux versants, dans les grès bigarrés, de ces nombreuses plantes terrestres sans mélange de plantes ni d'animaux marins Les coquilles flottantes du Beausset (Var) nous porteraient à croire que la partie sud du Var, où se montraient les terrains paléozoïques et azoïques, était déjà surélevée et formait en France un quatrième lambeau continental.

(1) Nous désignerons dorénavant sous ce nom tous les terrains anciens qui s'étendent à l'ouest d'une ligne qui part de Parthenay (Deux-Sèvres) et s'étend presque nord et sud par Angers, Alençon, Argentan, Falaise et une partie du département de la Manche (Voyez les parties blanches, ou marquées 1, 2, 3, 4, de notre carte, *fig.* 408).

(2) Nous désignerons comme *plateau central*, le massif ancien, compris entre les départements de l'Hérault et Avallon (Yonne), et entre le cours du Rhône et le département de la Vienne, comme nous l'avons déjà circonscrit.

Nous avons donc, pendant la période conchylienne, quatre parties continentales en France : le *massif breton*, le *plateau central*, le *continent belge-vosgien*, et l'*îlot du Var*. En Angleterre, l'île anglaise préexistante, qui occupe tout l'ouest, depuis le Cornwall, le pays de Galles, jusqu'au Cumberland, s'est accrue, peut-être, au centre de la Grande-Bretagne, d'une large surface s'étendant du Derbyshire jusqu'à Durham, occupée par la surélévation des terrains carbonifères de ces régions, à moins que l'intervalle n'ait été produit par une dénudation, ce qui serait encore très-possible. A ces exceptions près, les continents paraissent avoir été très-stables depuis la fin de l'étage carboniférien. On doit croire, puisque l'étage permien n'est pas recouvert par l'étage conchylien, en Russie, que le continent suédo-russe s'est accru, à la fin de l'étage permien, de toutes les surfaces que nous avons signalées à cet étage ; ainsi le continent suédo-russe occupe toute la Russie septentrionale de la mer Baltique jusqu'à l'Oural, et de la mer Glaciale jusqu'au Gouvernement de Saratov.

Les mers conchyliennes, que nous avons vu être, par le cantonnement des espèces (§ 1820 à 1822), soumises à toutes les causes actuelles qui agissent aujourd'hui, offraient une faune entièrement distincte des faunes antérieures. On y remarque un développement considérable de Reptiles sauriens, composés d'animaux très-bizarres, de 11 genres différents parmi lesquels sont les *Labyrinthodon* (§ 274). Les Chéloniens, ou tortues, paraissent pour la première fois, ainsi que des Poissons cuirassés de 6 genres différents. Les Crustacés décapodes se montrent aussi pour la première fois, en même temps que des Céphalopodes acétabulifères, et quelques genres nouveaux de Mollusques des autres classes, d'Échinodermes, de Polypiers et d'Amorphozoaires, parmi lesquels nous pouvons citer les genres *Ceratites*, *Conchorrhynchus*, *Neritopsis*, *Myophoria*, *Lima*, *Perna*, *Aspendesia*, *Encrinus*, etc., etc.

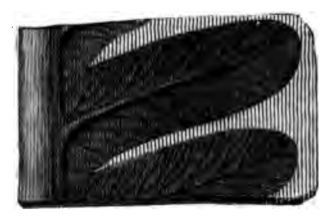
Les continents sont animés, probablement sur les rivages, par ces singuliers reptiles riverains dont nous venons de parler, et pour la première fois par des tortues terrestres, par le *Chirotherium* (probablement un reptile), et par de nombreux oiseaux (1).

Avec ces animaux terrestres, M. Brongniart place dans cet étage le commencement du règne des plantes dicotylédones gymnospermes. Le savant botaniste sépare cette flore des autres, comme nous séparons la faune, et lui assigne le caractère d'être composée de fougères assez

(1) On ne connait encore, de ces derniers, des Tortues et du *Chirotherium*, que des empreintes physiologiques de pas, sur lesquels M. Hitchcock a fait des travaux spéciaux (§ 30). La *conservation* de ces empreintes physiologiques s'explique très facilement, comme nous avons cherché *à le démontrer aux causes* actuelles (§ 96).

nombreuses, de forme souvent très-anomale, constituant évidemment des genres actuellement détruits, tels que les *Anomoptèris* et les *Crematopteris*. Les tiges des fougères arborescentes y sont fréquentes ; les vrais *Equisetum* y sont rares les Calamites, ou plutôt les *Calamodendron* y sont abondants Les Gymnospermes y sont représentées par les deux genres de conifères *Voltzia* et *Haidingeria*, dont les espèces sont nombreuses. Les Cycadées y son très-rares, et encore dou-





Partie grossie.

*Fig* 406. Neuropteris elegans.

teuses. Voici, du reste, la liste de la flore des grès bigarrés des Vosges, telle que M. Brongniart l'a énumérée dans ses travaux les plus récents et une figure d'espèce (*fig*. 403).

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Neuropteris grandifolia, Schimp.
— imbricata, Schimp.
— Voltzii, Brong.
— intermedia, Schimp.
— elegans, Brong.
Trichomanites myriophyllum, Brong.
Pecopteris Sultziana, Brong.
Anomopteris Mougeotii, Brong.
Crematopteris typica, Schimp.
Protopteris Mougeotii, Brong.
— Lesangeana, Schimp.
— micropeltis, Schimp.
— Voltzii, Schimp.
Caulopteris? tessellata, Schimp.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetites Brongniartii, Schimp.
Calamites? arenaceus, Jæg.
— Mougeotii. Brong.

**Dycotylédones gymnospermes.**

ASTÉROPHYLLITÉES ?

Schizoneura paradoxa, Schimp.
Æthophyllum speciosum, Schimp
— stipulare, Brong.

CONIFÈRES

Voltzia heterophyllia, Schimp.
— acutifolia, Brong.

Haidingera latifolia, Endl.
— elliptica, Endl.
— Braunii, Endl.
— speciosa. Endl.

CYCADÉES.

Zamites Vogesiacus, Schimp.

Ctenis Hogardi, Brong. (Nilsonia Hogardi, Schimp.)

**Monocotylédones douteuses.**

Yuccites Vogesiacus, Schimp.
Palæoxyris regularis. Brong.
Echinostachus oblonga, Brong.
— cylindrica, Schimp.

§ 1831. Cette période doit son interruption à une commotion géologique assez forte pour anéantir la faune et la flore; commotion dont nous retrouvons encore les traces visibles, par les discordances supérieures de stratification (§ 1811) parfaitement en rapport avec les limites des faunes.

## 6ᵉ Étage : SALIFÉRIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Ammonites*, *Trigonia*, *Plicatula*, *Opis*, *Pentacrinus*, *Hemicidaris*, etc.

*Règne* des genres *Ceratites*, *Hinnites*, *Stellispongia* et *Limnorea*.

*Zone* du *Nautilus Sauperi*, du *Melia alveolaris*, de l'*Aganides spurius*, de l'*Ammonites Goytani*, du *Myophoria decussata*, de l'*Avicula subcostata*, du *Spirigera quadricostata*, du *Pentacrinus subcrenatus*.

§ 1832. **Dérivé du nom.** Nous partons ici du même principe que pour les étages carboniférien et falunien, pour donner à l'ensemble le nom de *Saliférien*. Si, en effet, l'étage carboniférien renferme le plus de charbon, l'étage qui nous occupe est, sans contredit, celui où l'on trouve le plus de mines de sel, si bien que des contrées ont pris leur nom de ce caractère : *Salins*, *Lons-le-Saunier*, le *Salzbourg*, etc., etc.

§ 1833. **Synonymie.** *Marnes irisées*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; *Red marle* (marnes rouges), et *Keuper sandstone* (grès du Keuper), de M. Murchison; *Formation keuprique*, de M. Huot; *Terrain keupérien*, de MM Thurmann, Gressly, Thirria; *Grès rouge*, de M. Rozet; *Keuper-Sandstein*, *Keuper-Gyps*, et *Keuper-Mergel*, de M. Leonhardt; *Variegated marls*, des Anglais; le *Keuper* ou *bunter Mergel* et *Lettenkohle* de M. Alberti; *marnes rouges* et *marnes irisées*, de M. de la Bèche.

Type marin, Saint-Cassian (Tyrol).

§ 1834. **Extension géographique.** (Voyez les parties marquées 6 dans notre carte, *fig.* 408.) Jusqu'à présent, on n'a pas reconnu l'étage autour du massif breton, ni autour de l'île du Var; mais il n'en est pas ainsi autour du plateau central. En effet, d'après la carte géologique de France, on le voit paraitre sous la forme de *marnes irisées* dans l'Indre, à Saint-Benoit-du-Sault, et il forme une bordure étroite à

Chas, à Chassignole, à Feusines; dans le Cher, à Faverdînes, à Augy-sur-Aubois; puis il s'élargit dans l'Allier, à Saulzet, aux environs d'Amay, à Bourbon-l'Archambault, à Iguerande, à Autry et jusque auprès de Moulins; un lambeau se montre à Liernolles; d'autres dans la Nièvre, à Soisy, près de Decize, à Saint-Sauge. Une assez vaste étendue se montre dans Saône-et-Loire, depuis Rigny, près de Montcenis, jusqu'à Couches, et un peu au nord, à Molinot. Sur le versant occidental du Jura, on en voit poindre un lambeau auprès de Poligny et de Salins. Sur le versant occidental des Vosges, l'étage commence à se montrer dans le Doubs, près de Rougemont; puis il forme partout une lisière, sur l'étage conchylien, dans la Haute-Saône, à Froley, auprès de Lure, de Vauvilliers; dans la Haute-Marne, à Villars, à l'ouest de Bourbonne-les-Bains; dans les Vosges, à l'ouest de la Marche, à Mirecourt, à Charmes; il s'élargit beaucoup dans la Meurthe, à Saint-Nicolas, à Lunéville, à Richecourt, à Dieuze, à Albestroff; dans la Moselle, à Gros-Tenquin, à Sarreguemines, à Faulquemont; il s'étend au nord, à Bouzonville, et dans le grand-duché du Rhin, à l'est du Luxembourg jusqu'à Dockendorf. Quelques lambeaux se voient sur le versant oriental des Vosges, dans le Bas-Rhin, à Balbronn, auprès de Saverne, et jusqu'à Ingviller.

En poursuivant l'étage en Suisse et en Allemagne, nous en voyons un lambeau dans le canton de Bâle, près de Waldenburg; dans l'Argovie, près de Rheinfelden. Il se continue dans le grand-duché de Bade, par Rosenfeld, jusqu'à Stuttgart, Laufen, et bien plus au nord. L'étage se trouve, de plus, en Allemagne, à Villengen, à Dovrenberg, à Sulz sur le Neckar; dans le Wurtemberg, à Rotweil, à Heïlbronn, à Pforzheim; et dans le Tyrol à Saint-Michel, entre Buchenstein et Saint-Cassian, à Steur, à Hallstadt, au mont Walbrunn, dans le Salzbourg (Autriche).

En Angleterre, l'étage commence à l'orient du Devonshire, et forme, à l'est de l'étage conchylien, une bande plus ou moins régulière, qui passe dans le Somersetshire, le Gloucestershire, le Worcestershire, le Warwick, le Leicestershire, le Nottingham, et va s'achever dans le Yorkshire, à la rivière de Tees. Un lambeau indépendant se voit dans le Chestershire. Il est probable que les parties supérieures des terrains triasiques que nous avons rencontrés dans la république de Bolivia appartiennent encore à cet étage.

§ 1835. **Stratification.** (Voyez l'étage 6e de notre coupe, *fig.* 393.) Sur tous les points où l'on trouve l'étage saliférien très-développé sur les deux versants des Vosges, il repose en couches souvent concordantes sur l'étage conchylien. Il en est de même en Allemagne et sur tous les points de l'Angleterre où nous l'avons indiqué. Cette régularité de superposition des grandes surfaces de l'étage saliférien

montre qu'il succède régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage conchylien.

§ 1836. **Discordances.** Après avoir donné à l'étage inférieur (§ 1817) les limites stratigraphiques qui séparent les étages conchylien et saliférien, il nous reste à faire connaître les limites de ce genre qui distinguent nettement les étages saliférien et sinémurien. Ces limites nous sont données par un grand nombre de discordances positives et des discordances d'isolement. Il existe une discordance de stratification sur beaucoup de points, et notamment sur les deux versants des Vosges où elle a été reconnue par les savants auteurs de la carte géologique de France. Nous avons, de plus, de nombreuses discordances d'isolement déterminées par le manque, sur l'étage saliférien, de l'étage sinémurien, qui doit le recouvrir, lorsqu'il n'y a pas de lacune. Il en est ainsi en Angleterre, dans le Shropshire, et aux environs de Nampwich, où les dernières couches salifériennes n'ont point été recouvertes par le mouvement géologique qui a surélevé toute la partie des mers triasiques qui séparaient la principauté de Galles du grand massif compris entre le Derbyshire et le Cumberland. La discordance d'isolement est encore plus marquée par le manque, sous l'étage sinémurien, de l'étage saliférien qui devait y exister, si un mouvement géologique considérable n'avait eu lieu entre les deux. On trouve dans la Nièvre, à Avallon (Yonne), à Semur (Côte-d'Or), dans Saône-et-Loire, dans le Rhône, dans l'Ardèche, dans le Lot, et sur une infinité d'autres points du pourtour du grand plateau central (voyez étage 7 dans notre carte, *fig.* 408), l'étage sinémurien qui repose, directement soit sur les roches granitiques, soit sur les roches azoïques. Auprès d'Arles, à l'ouest du Luxembourg, l'étage sinémurien repose sans intermédiaires sur l'étage conchylien ; à Mézières, à Sedan (Ardennes) sur les terrains paléozoïques. Il en est de même du lambeau sud du Glamorgan en Angleterre, du lambeau sinémurien de Sicile, de celui du Chili. Nous croyons donc qu'il est impossible de douter qu'une grande perturbation géologique ne se soit manifestée entre la fin de l'étage saliférien et le commencement de l'étage sinémurien qui les a nettement séparés l'un de l'autre.

§ 1837. **Composition minéralogique.** C'est peut-être, de tous les étages, le plus varié, suivant les couches et les localités. Dans les Vosges, il se compose de petites couches argileuses ou marneuses, colorées diversement en rouge, en jaune, en bleu ou en vert, entre lesquelles sont des grès quartzeux à grains plus ou moins fins, très-argileux. Ces couches sont souvent remplies de gypse, rarement de houille sèche, mais très-souvent de sel gemme. Cette dernière substance, dans le Wurtemberg comme à Vic, à Dieuze (Meurthe), est certainement la plus abondante, et devient une branche considérable d'exploitation industrielle.

Ces couches salifères, souvent de 7 jusqu'à 10 mètres de puissance, alternent avec des couches d'argile, et l'ensemble de cette alternance atteint quelquefois une puissance de 150 mètres. Dans le Jura ce sont seulement des sources salifères qui sortent de cet étage et sont exploitées avec le plus grand succès. Dans le Tyrol, au contraire, ce sont des calcaires compactes, rouges ou gris, exploitables comme marbre, ou des calcaires noirs et gris, marneux ; des marnes grisâtres, jaunes, dolomitiques, et des grès rouges. On voit que les caractères minéralogiques ne sont pas plus réguliers pour cet étage que pour les autres.

§ 1838. **Puissance connue.** Les marnes irisées, ou le Keuper, atteignent, aux environs de Salins, 230 mètres, dans le grand-duché de Bade 260 à 360 mètres de puissance ; ce qui prouve une assez longue durée de cette période géologique.

§ 1839. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous avons encore moins de renseignements sur l'étage saliférien que sur l'étage conchylien ; pourtant les indications suivantes ressortent de l'ensemble des faits relatifs aux corps organisés fossiles.

*Parties terrestres.* La présence de la houille sur plusieurs points, et l'ensemble seulement terrestre des plantes qui ont été rencontrées à Saint-Léger-sur-d'Heune, en France ; dans le Wurtemberg ; à Bade, à Wurtzbourg, à Abschwind, à Wæshoff, à Bâle, pourraient faire croire à des dépôts terrestres ou littoraux.

§ 1840. **Points littoraux des mers.** Par le mélange des plantes marines et des plantes terrestres, on peut croire que les grès de Stuttgart se déposaient sur le littoral des mers de cette époque. Le grand nombre de coquilles flottantes d'*Ammonites*, de *Cératites* et de *Nautiles* qu'on trouve à Saint-Cassian, à Aussée ; à Hallstatt, à Bleiberg, dans le Tyrol autrichien, dénotent certainement un point littoral des mers salifériennes : car leur abondance est extrême.

§ 1841. **Points sous-marins voisins des côtes.** Peut-être devrait-on regarder comme tels les points suivants où dominent les Mollusques lamellibranches : dans le Wurtemberg, Roitwel, Heilbronn, Pforzheim, Villengen, Dovrenberge, Hallein, Sultz sur le Neckar, Wirbel. Il est très-probable qu'à Saint-Cassian il y a de même des couches spéciales, les unes littorales, les autres plus ou moins sous-marines, mais les renseignements manquent à cet égard ; néanmoins nous en avons assez pour juger que ces mers étaient soumises aux mêmes causes que les mers actuelles. La conservation dans les couches terrestres des points littoraux, qui ne peut avoir lieu sans un affaissement, annonce ou un mouvement d'oscillation durant l'époque, ou coïncidant avec la fin de la période saliférienne.

§ 1842. **Caractères paléontologiques.** Par la présence des genres *Or-*

*thoceratites*, *Melia*, *Aganides*, *Loxonema*, *Porcellia*, *Productus*, *Cyrthia*, *Spirifer*, *Spirigera*, propres seulement aux terrains paléozoïques, et qui sont ici les dernières traces de ces formes animales qui vont disparaître ensuite pour toujours, cette faune se lie encore à la première grande période de l'animalisation du globe, et s'en rapproche évidemment. D'un autre côté, par la présence, dans cette même faune, des genres *Ceratites*, *Ammonites*, *Rissoa*, *Delphinula*, *Trigonia*, *Gervilia*, *Plicatula*, *Pentacrinus*, *Montlivaltia*, *Eunomia*, *Hippalimus*, etc., etc., qui appartiennent plus particulièrement à la nouvelle animalisation que nous allons voir exister dans les terrains jurassiques, il est impossible de ne pas voir les rapports intimes qui existent entre les terrains triasiques et la troisième grande période d'existence propre aux terrains jurassiques. On voit, par cet ensemble de caractères, que la faune de l'étage saliférien ne peut être placée, d'après les rapports zoologiques, qu'entre les terrains paléozoïques et les terrains jurassiques. La faune aussi bien que la flore seraient donc intermédiaires entre les étages conchylien et sinémurien, position que lui assigne, comme on l'a vu, la superposition des parties que nous considérons comme des dépendances de l'étage saliférien. Les trois éléments de vérités concorderaient donc encore parfaitement. Voici, de plus, les caractères plus spéciaux de la faune.

§ 1843. **Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.** Les caractères distinctifs de l'étage sont, avec l'étage conchylien, formés par les 21 genres que nous avons vu s'éteindre dans l'étage conchylien (§ 1828), sans jusqu'à présent se trouver dans celui-ci.

§ 1844. Pour distinguer l'étage saliférien de l'étage sinémurien, indépendamment des plantes, nous avons 18 genres inconnus à cet étage, et qui naissent seulement avec l'étage sinémurien. Les genres sont ainsi répartis : Parmi les Poissons, le genre *Pachycormus* et un grand nombre d'autres; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Turrilites* et *Belemnites*; parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Nerita*; parmi les Mollusques lamellibranches, les 4 genres de notre tableau n° 8; parmi les Échinodermes, le genre *Diadema*; parmi les Zoophytes, les 2 genres de notre tableau n° 13. En réunissant ces 18 genres aux 21 qui servent de limites avec l'étage conchylien, nous avons 39 genres donnant des caractères négatifs pour distinguer l'étage saliférien des étages immédiatement supérieurs ou inférieurs.

§ 1845. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Nous prenons, comme caractères positifs pouvant distinguer cet étage de l'étage inférieur, tous les genres qui, inconnus dans cet étage inférieur, apparaissent pour la première fois dans celui-ci. Ces genres, qu'on trouve dans nos différents tableaux, et avec leurs espèces, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, sont répartis ainsi qu'il

suit : Parmi les Reptiles, les genres *Phytosaurus*, *Capitosaurus* et *Metopias*; parmi les Poissons, les genres *Sphærodus* et *Picnodus*; parmi les Mollusques céphalopodes, le genre *Ammonites*; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Rissoa*, *Delphinula*, *Cerithium* et *Emarginula*; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Trigonia*, *Plicatula*, *Opis*, *Gervilia* et *Unicardium*; parmi les Échinodermes, les genres *Hemicidaris*; parmi les Zoophytes, les genres *Conophyllia*, *Convexastrea*, *Centrastrea*, *Synastrea*, *Montlivaltia*, *Acrosmilia*, *Lasmophyllia*, *Thecophyllia*, *Eunomia*, *Calamophyllia* et *Oulophyllia*; parmi les Amorphozoaires, les genres *Hippalimus*, *Sellispongia*, *Cupulospongia*, *Verrucospongia*, *Eudea*, *Limnorea* et *Leiospongia*. Ces genres, indépendamment des plantes, s'élèvent à 34.

§ 1846. Les genres qui, nés avec l'étage saliférien, se sont éteints avec cette époque, sans passer à l'étage sinémurien, peuvent donner des caractères positifs pour distinguer ces deux périodes. Ces genres sont au nombre de cinq. Parmi les Reptiles, les genres *Phytosaurus*, *Capitosaurus* et *Metopias*; parmi les Zoophytes, les genres *Conophyllia* et *Convexastrea*. Si nous y joignons les 15 genres qui, nés antérieurement, se sont encore éteints à cette époque : parmi les Reptiles, le genre *Mastodonsaurus*; parmi les Poissons, le genre *Gyrolepis*; parmi les Céphalopodes, les genres *Melia*, *Orthoceratites*, *Aganides* et *Nautiloceras*; parmi les Gastéropodes, les genres *Loxonema* et *Porcellia*; parmi les Lamellibranches, le genre *Myophoria*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Spirifer*, *Cyrthia*, *Spirigera* et *Productus*; parmi les Échinodermes, le genre *Encrinus*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Stromatopora*, nous aurons 20 genres pouvant donner des caractères positifs entre les étages saliférien et sinémurien.

§ 1847. Le nombre plus élevé des genres qui naissent avec cette époque, que celui des genres qui y disparaissent, démontre que l'étage saliférien forme le commencement d'une nouvelle période de formes animales qui se continuent dans les terrains jurassiques. Avec les Ammonites, les Trigonies et beaucoup d'autres genres de Mollusques plus développés dans la période qui va suivre, apparaissent, en effet, un assez grand nombre de genres de Zoophytes astréidées et d'Amorphozoaires testacés, qui doivent se développer encore plus dans les terrains jurassiques. Ces caractères généraux sont d'autant plus remarquables qu'ils coïncident parfaitement avec ce que M. Brongniart trouve pour la flore de cette époque, toute intermédiaire entre l'étage conchylien et les premiers étages jurassiques.

§ 1848. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Outre les caractères paléontologiques tirés des genres que nous avons vu être nombreux, nous avons, pour distinguer l'étage saliférien, un nombre

considérable d'espèces. Indépendamment des 56 espèces de plantes énumérées plus loin (§ 1854), des espèces de Reptiles, de Poissons et de Crustacés, nous avons discuté dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (Tome I, p. 179 et suivantes) le nombre de 737 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui forment, pour nous, autant d'espèces caractéristiques auxquelles nous renvoyons pour prouver l'ensemble des faits. Parmi les espèces, nous citerons les suivantes, plus répandues que les autres :

| | | | |
|---|---|---|---|
| MOLLUSQUES. | | Myophoria decussata. | 469 |
| Nautilus Sauperi. | 2 | Avicula subcostata. | 518 |
| Melia alveolaris. | 18 | — salinaria. | 519 |
| Goniatites silurius. | 21 | — iris. | 520 |
| Ammonites Gaytani. | 60 | Posidonomya minuta | 544 |
| — cymbiformis. | 64 | Plicatula obliqua. | 570 |

Dans leur premier mémoire sur les fossiles de Saint-Cassian, MM. Wisseman et Munster ont trouvé que cette faune était un mélange de plusieurs époques. Ils y reconnaissaient, par exemple, avec des coquilles analogues de forme, 7 espèces identiques avec les espèces du Zechstein (étage permien), 4 avec l'étage conchylien, 4 avec l'étage du lias (sinémurien) et 1 avec l'oolite. Nous avons confronté ces espèces avec soin, et nous avons reconnu qu'à l'exception de l'*Encrinus entrocha* propre à l'étage conchylien, et qui a pu être prise dans une couche dépen-

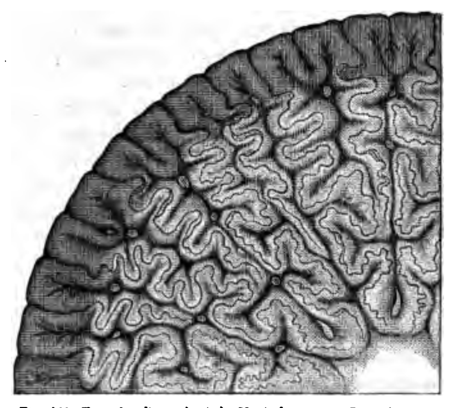



*Fig.* 404 Tranche d'une dent du Mastodonsaurus Jægeri.

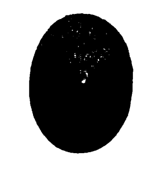



*Fig.* 405 Helcion lineata.

dant de cet étage, toutes les autres sont basées sur de faux rapproche-

ments. Nous continuerons donc à les regarder, une seule exceptée

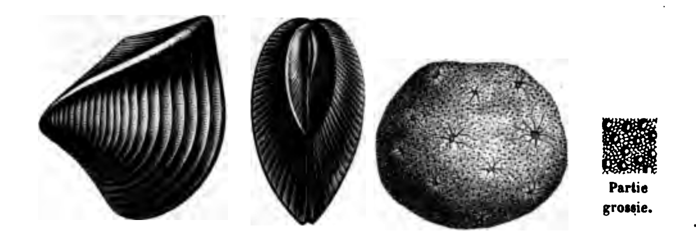



*Fig.* 406. Myophoria lineata. *Fig.* 407. Stellispongia variabilis.

comme étant caractéristiques de cet étage. Voici, du reste, quelques exemples de cette faune (*fig.* 404 à 407).

§ 1849. **Chronologie historique.** Il est probable qu'une perturbation géologique (§ 1833) a terminé la durée de l'époque conchylienne ; car avec cette période animée, nous voyons disparaître pour toujours, dans les couches terrestres, indépendamment des plantes qui composaient la flore de cette époque, 21 genres d'animaux (§ 1828) et 107 espèces d'animaux mollusques et rayonnés (§ 1829). Après cet instant d'agitation, auquel nous attribuons l'anéantissement de ces êtres (§ 162 à 171), le calme a dû peu à peu se rétablir ; et seulement alors, de déserte qu'elle était, la nature se repeuple de ses animaux et de ses plantes. L'étude de ces êtres nous montre, en effet, qu'en même temps apparaissent 34 genres d'animaux, 55 espèces de plantes et 137 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les animaux vertébrés et annelés. Ce sont au moins les formes nouvelles qui nous sont connues jusqu'à présent de l'ensemble d'êtres qui peuplaient cette époque et dont, sans doute, il n'est arrivé jusqu'à nous que des débris échappés au naufrage général qui l'a interrompu. Cette époque avait ses mers et ses continents.

§ 1850. Les mers (voyez étage 6, *fig.* 408) de la période saliférienne avaient à peu près la même circonscription que les mers conchyliennes (§ 1829 *ter*). Elles baignaient probablement le pourtour nord du plateau central, et s'étendaient, des deux côtés de l'*îlot vosgien*, sur une partie du grand-duché du Rhin jusqu'à Bâle ; d'un côté dans le Tyrol, de l'autre jusqu'à Stuttgard. Elles étaient bornées, à l'ouest, par le continent anglais, dont les côtes s'étendaient du Devonshire à la rivière de Tees, tandis qu'elles devaient prendre une grande extension vers l'orient. Ces mers séparaient, par un détroit que nous nommerons *dé-*

*troit anglais*, l'Angleterre de cette époque en deux îles, formées du pays de Galles et des régions nord.

§ 1851. Pour les continents, ils paraissent peu différents, au moins en France et en Angleterre. En France, le massif de la Grande-Bretagne, le plateau central, l'île vosgienne et l'ilot du Var, étaient émergés, ainsi que le continent belge. En Angleterre (voyez les parties 1, 2, 3, 4, 5 de notre carte, *fig.* 408), nous voyons le continent anglais s'accroître d'une lisière orientale formée par les parties de l'étage conchylien nouvellement sorties des eaux, à l'est des anciens étages, et sur les bords du continent anglais. Le continent suédo-russe serait encore le même Seulement on peut indiquer des points continentaux ou littoraux de plus, qui se montreraient à Stuttgart, dans le grand-duché de Bade, dans le Wurtemberg, à Bâle et dans le Tyrol, sur les points que nous avons cités comme littoraux, et qui se rattacheraient peut-être à un système de côtes bornant un continent aujourd'hui peu facile à suivre.

§ 1852. Les mers salifériennes étaient peuplées d'animaux différents de ceux de l'époque conchylienne. Avec 3 genres nouveaux de Reptiles sans doute riverains, les mers renfermaient 2 genres de Poissons; les *Ammonites* s'y montrent pour la première fois avec des *Rissoa*, des *Delphinula*, des *Trigonia*, des *Plicatules*, des *Opis*, des *Gervilia*, et beaucoup d'autres Mollusques inconnus jusqu'alors. Ces genres, joints aux nombreux Zoophytes de la série des Astréidés et aux Amorphozoaires, appartenant aux Spongiaires testacés qui naissent à la fois, donnent un cachet tout particulier à la nouvelle faune de cette époque, qui paraît se montrer comme une transition entre les dernières traces des formes paléozoïques et les premières formes jurassiques, si différentes les unes des autres, lorsqu'elles sont comparées dans leur ensemble. Avec ces animaux existaient, sur les côtes, les plantes marines qui suivent, empruntées à M. Brongniart.

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

Confervites arenaceus, Jæg. Stuttgard.

Delesserites crispatus, Brong.

Les continents avec les animaux terrestres, probablement voisins de ceux de l'étage conchylien, mais dont aucun ne s'est conservé jusqu'à nous, sont couverts d'une riche végétation, dont quelques représentants se sont conservés, et forment la flore de cette époque, pour laquelle M. Brongniart s'exprime ainsi : « En comparant cette flore avec « celle des grès bigarrés (étage conchylien) des Vosges, et avec celle « du lias (nos étages sinémurien, liasien et toarcien), on voit qu'elle n'a

« de commun avec la première que le *Palæoxyris*, qui paraît extrê« mement voisin de celui du grès bigarré; au contraire, elle ressemble « à la flore du lias ou de l'oolite (terrains jurassiques) par les Fou« gères, dont plusieurs sont très-voisines, par les *Nilsonia* et les *Pte« rophyllum*, qui sont aussi très-voisins spécifiquement de ceux du lias.» On voit que ces résultats sont conformes à ce que nous trouvons pour l'ensemble de la faune (§ 1842). Il serait donc tout aussi bien prouvé par les plantes que par les animaux, que cette époque est intermédiaire dans ses caractères comme dans la position stratigraphique qu'elle occupe. Nous donnons ci-après la liste de la flore terrestre telle que M. Brongniart l'indique.

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES

Odontopteris cycadea, Berg. Coburg.
Neuropteris? distans, Sternb. Goth.
Sphenopteris? Ræssertiana, Sternb. Bamberg.
S. pectinata, Sternb. Bamberg.
S. clavata, Sternb. Bamberg.
S. oppositifolia, Sternb. Bamberg.
Coniopteris Schœnleiniana, Brong. Wurtemb.
Coniopteris Kirchneri, Br. Bamb.
— tricarpa, Brong. Bamb.
Hymenophyllites macrophyllus. Brong. Bamb.
Teniopteris marautacea, Sternb. Wurtemb.
Teniopteris elongata, Brong. Saint-Léger-sur-d'Heune.
Pecopteris Stuttgartiensis, Brong. Stuttg.
Pecopteris Meriani, Brong. Bâle.
— taxiformis, Ster. Bamb.
— macrophylla, Sternb.
Desmophlebis flexuosa, Gœpp. Bamb.
D. Rœsserti, Sternb. Bamb.
D. imbricata, Sternb. Bamb.
D. concinna, Sternb. Bamb.
D. obtusa, Sternb. Bamb.
Gutbiera angustifolia, Presl. Bamb.
Phlebopteris Landriotii, Brongn. Saint-Léger-sur-d'Heune.
Camptopteris Munsteriana, Sternb.
Thaumatopteris? quercifolia, Brong. Stuttgard (Pecopt. quercifolia, Sternb.).
Sagenopteris rhoifolia, Ster. Bamb.
— acuminata, Sternb. Bamb.
S. semicordata, Sternb. Bade.
Cottæa Danaæoides, Gœpp. Stuttg.

ÉQUISÉTACÉES.

Calamites arenaceus, Brong. Stutt.
— Jægeri, Brong. Stutt.
Equisetites columnaris, Brong. Stutt. Cob.
E. cuspidatus, Sternb. Stutt. Bade.
E. elongatus, Sternb. Stuttg.
E. Schœnleinii, Sternb. Wurtzbourg.
E. conicus, Sternb. Abschwind.
E. sinsheimicus, Sternb. Bade.
Equisetum Meriani, Brong. Bâle.
E. Munsteri, Sternb. Bamb.
E. Hæflianus, Sternberg. Waishof.
E. moniliformis, Sternb. Bamb.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES.

Pterophyllum Jægeri, Brong. Stutt. Heilb.
P. longifolium, Brong. Bâle. Autr.
P. Meriani, Brong. Bâl. Stutt. Grozon (Jura).
Zamites? Munsteri, Sternb. Bamb.
— acuminatus, Ster. Bamb.
— heterophyllus? Sternb. Bamb.

CONIFÈRES

Taxodites Munsterianus, Ster. Bamb
— tenuifolius, Ster. Bamb.
Cunninghamites? dubius, Sternb. Bamb.
Peuce keuperianus. Ung. (Pinites). Bamb.

**Monocotylédones douteuses**

Palæoxyris Munsteri, Stern. Bamb.
Preisleria antiqua, Sternb. Bamb.

§ 1853. C'est à cette époque que M. Élie de Beaumont fait arriver son système du Thüringerwald, du Bœhmerwald-Gebirge, du Morvan, dont la dislocation est dirigée de l'O. 40° N. à l'E. 40° S. Nous rapportons encore à la fin de cette époque la surélévation de toute la partie orientale des Andes dans l'Amérique méridionale, comprise entre les 5e et 20e degrés de latitude sud, suivant la direction O. 50° N. à l'E. 50° S. En joignant à ces grandes lignes de dislocation les nombreuses discordances que nous avons signalées (§ 1828) entre la fin de cette époque et le commencement de l'étage sinémurien, on aura d'un côté les causes puissantes qui ont déterminé le mouvement des eaux, à la surface du globe, et de l'autre le résultat immédiat visible de ce mouvement, dans la séparation nette et tranchée des faunes et des flores respectives de ces deux âges.

# CHAPITRE IV.

## TROISIÈME GRANDE ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

### TERRAINS JURASSIQUES.

*Première apparition* des Insectes diptères, hyménoptères, hémiptères; des Crustacés isopodes; des Mollusques tectibranches et des Brachiopodes cirridés; des Crinoïdes libres; des Foraminifères stichostègues et monostègues.

*Premier règne* des Crustacés décapodes, des Échinodermes échinides, des Bryozoaires, des Polypiers et des Amorphozoaires testacés.

*Règne* de l'ordre des Crinoïdes libres.

§ 1854. **Synonymie.** *Terrain jurassique* de MM. Dufrénoy et Élie de *Beaumont; groupe oolithique* de M. Rozet, de M. Huot, de M. d'Omalius-

d'Halloy, de M. de la Bèche; partie des *terrains secondaires*, de Werner; partie de l'ordre *supermédial*, (supramoyen), de M. Conibeare; partie des *terrains ammonéens* (*terrains jurassiques* et *liasiques*), de M. d'Omalius d'Halloy; partie des *terrains ysémiens abyssiques, et pélagiques* de M. Brongniart; partie des *terrains secondaires* (systems oolitic of jurassic), de M. Murchison; partie de la *mesozoic serie*, de M. Morris; *Jurakalck* des Allemands; *calcaires secondaires*, de M. Boué.

Bien que ces terrains soient loin de montrer, dans le Jura, un aussi beau développement que sur le versant occidental des Vosges et du plateau central de la France, nous avons cru devoir conserver à l'ensemble le nom de *jurassique*, plus connu et plus généralement adopté. Nous le conservons encore, parce qu'il ne s'applique pas à des caractères minéralogiques variables, et que, d'ailleurs, cette série de terrains se montre néanmoins sur une grande surface du Jura français ou suisse.

§ 1855. **Limites de hauteur.** Ainsi que presque tous les géologues, nous comprenons, sous le nom de *terrains jurassiques*, tous les étages depuis et y compris les grès inférieurs du lias, et le lias inférieur (étage sinémurien) jusque et y compris l'étage portlandien; mais non le Purbec, le Vealde Clay des Anglais. Les limites supérieures seraient donc toutes les dépendances de l'étage néocomien. Comme on le verra plus loin, cet ensemble forme un grand tout parfaitement distinct par ses caractères stratigraphiques et paléontologiques.

*Type complet* La série complète de tous les étages se voit du versant occidental des Alpes, à Vassy (Haute-Marne). Voyez coupe, *fig.* 393.

§ 1856. **Extension géographique**. La France nous donne peut-être le plus bel ensemble de ces terrains. Comme le démontrent si bien les beaux travaux de MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, résumés dans leur magnifique carte géologique de France. on les trouve dans les bassins parisien, pyrénéen et méditerranéen. Voyez, pour l'extension de l'ensemble, la partie la plus teintée, dans notre carte des mers pendant la période jurassique, *fig*. 408

Les suivons-nous autour du plateau central, nous les voyons, dans Tarn-et-Garonne, commencer à Brunquil; former de suite une large bande, qui se dirige au nord nord-est, à Villefranche (Aveyron) jusqu'à Figeac (Lot), où elle tourne au nord-ouest, passe à Souillac, à l'est de Montignac, à Excideuil, à l'ouest de Nontron (Dordogne), jusqu'à la Rochefoucauld (Charente). Là elle s'élargit pour s'étendre sans interruption jusqu'au massif de la Bretagne. Pour ne pas abandonner le plateau central, nous la suivons au nord jusqu'à Civray (Vienne); puis nous tournons avec elle au nord-est, à Montmorillon, à la Trémouille, à la Châtre (Indre), à Saint-Amand, à Bourges (Cher), à Nevers, à

Saint-Ange (Nièvre), et jusqu'à Avallon (Yonne). Ici la bande jurassique continue de se diriger vers les Vosges, où nous la suivrons plus tard. Elle contourne les roches granitiques et azoïques, à l'est, à Semur, et ensuite au sud-est, à Beaune (Côte-d'Or). Quelquefois cachée par les alluvions, elle se montre au sud, d'un côté à Charolles, de l'autre à Tournus, à Mâcon (Saône-et-Loire), à Villefranche, et près de Lyon (Rhône). Après avoir été interrompue sur une assez vaste surface, on la voit reparaître sur la rive droite du Rhône, près de Saint-Péray, et à Privas; elle suit la direction du sud-sud-est dans l'Ardèche, à Largentière, vers Allais, Anduze, Saint-Hippolyte (Gard); tourne à l'ouest, où elle vient former, sur les roches azoïques, un vaste golfe qui s'étend vers le nord jusqu'à Mende (Lozère), et s'élargit considérablement vers l'ouest jusque auprès de Rodez, et revient ensuite au sud-est, vers Milhaud, Saint-Affrique, jusque auprès de Lodève (Hérault). On voit, par les circuits que nous venons de parcourir, qu'à l'exception d'une petite surface comprise entre Lyon et Valence, où les terrains jurassiques sont probablement cachés sous les alluvions anciennes et modernes, on les suit tout autour du plateau central, qui, au commencement des mers jurassiques, paraissait former une vaste île.

Autour du massif breton, les terrains jurassiques ne sont pas moins développés. Près de Valognes et de Sainte-Mère-Église commence une bande qui, en largeur sur ce point, occupe toute la côte jusqu'à Honfleur, et se montre dans l'intérieur, à Bayeux, à Caen, à Lisieux, à Falaise (Calvados), en suivant la direction du sud-est jusqu'à peu au delà de Sées. Là elle tourne au sud-sud-est, passe à l'est d'Alençon (Orne), à Mamers, à Beaumont, à Brulon, à Avoise (Sarthe). Cachée par les alluvions et par les étages plus modernes de la Loire, elle reparaît, de l'autre côté du fleuve, à Montreuil (Maine-et-Loire), s'élargit ensuite, et se dirige au sud, quelques degrés à l'est, en passant par Thouars (Deux-Sèvres), jusqu'à Poitiers (Vienne). Elle contourne les roches azoïques et granitiques, et va vers l'ouest, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres), à Fontenay, et jusqu'au sud des sables d'Olonne, d'où elle occupe en largeur toute la partie comprise entre ce lieu et la pointe de Rocher (Charente-Inférieure), en passant par la Rochelle.

Un lambeau isolé se trouve dans le Boulonais, à Boulogne et à Marquise (Pas-de-Calais); il appartient à la bande qui entoure les terrains anciens de la Belgique et des Vosges, et qui, à l'ouest de ce dernier massif, occupe une plus grande largeur que partout ailleurs. Les terrains jurassiques reparaissent à Hirson (Aisne), où ils continuent le lambeau du Boulonais. Ils s'élargissent de suite, s'étendent d'un côté à l'est, à Mézières, et jusqu'à Luxembourg; de l'autre, au sud-est, jusqu'à Varennes (Meuse). En conservant une largeur égale à la dis-

tance comprise entre les deux derniers points, la bande qu'ils forment se dirige au sud-ouest, jusqu'à rejoindre les terrains jurassiques du massif central. Ses limites sur le versant occidental des Vosges sont Thionville, Metz, Nancy, Mirecourt, La marche (Vosges) jusqu'à Centrey (Haute-Marne). Elle contourne, dans la direction de l'est, les couches de l'extrémité triasique des Vosges, en passant par Pont-sur-Saône, Villersexel (Haute-Saône), jusqu'à Montbéliard, d'où les terrains s'étendent jusqu'au Jura. Sur le versant oriental des Vosges ils se montrent moins développés et souvent interrompus, à Belfort, à Thann (Haut-Rhin), et surtout à Niederbronn (Bas-Rhin).

Quelques lambeaux disséminés existent dans l'Aude, près de Tuchan et de Durban; dans l'Hérault, près de Frontignan; dans les Bouches-du-Rhône, aux Opies, près d'Aix, près de Marseille; dans le Var, près de Rians, de Toulon, de Cuers, de Draguignan, où ils font partie du bassin méditerranéen. Puis commence, à l'extrémité des Alpes, sur leur versant occidental, une vaste bande jurassique, qui se montre à Grasse même, où nous l'avons parfaitement déterminée, et se continue en s'élargissant, à Castellanne, à Digne (Basses-Alpes), à Gap (Hautes-Alpes), et jusqu'à l'Isère, près de Grenoble. Elle se continue, ensuite, dans la Savoie et les Alpes suisses, par Chambéry, jusqu'à Altorf.

Dans le Jura, on voit, presque sans interruption, les terrains jurassiques former une large zone nord et sud, un peu inclinée vers l'est, à son extrémité septentrionale, qui commence dans le département de l'Ain, à Bellay, et se continue, d'un côté, par le département du Jura, jusqu'aux terrains jurassiques des Vosges, et, de l'autre, par le Jura suisse, à Délemont, Aarau, jusque auprès de Schaffhausen.

En Angleterre, les terrains jurassiques ne sont pas moins bien développés qu'en France; ils forment, en effet, une large bande, qui part de Lyme-Regis (Dorsetshire) et traverse toute l'Angleterre, au nord-nord-est, jusqu'au Yorkshire. Nous les verrons aux étages couvrir des points de l'Espagne, du Portugal, de l'Italie, du Piémont, de la Suisse, de l'Allemagne, du Luxembourg, de la Souabe, du Wurtemberg, de la Westphalie, de la Saxe, de la Bavière, etc. Ils commencent dans l'Asie Mineure, se montrent dans la Crimée, couvrent le centre de la Russie, et vont, de là, jusqu'à la mer Glaciale, des deux côtés des monts Ourals. On les connaît dans l'Amérique du Nord, dans la province d'Indiana; dans l'Amérique méridionale, à la Cordillère de Coquimbo (Chili). Grâce aux recherches de l'infortuné Jacquemont et de M. Grant, on les a retrouvés dans l'Himalaya et dans la province de Cutsch (Indes orientales).

En résumé, nous connaissons aujourd'hui les terrains jurassiques sous la zone torride; au sud, jusqu'au 30e degré, et au nord, du 7e jusqu'au 68e degré de latitude. Les points où ils se montrent, répartis comme

des jalons d'attente à la surface du globe, nous prouvent qu'on les retrouvera sur beaucoup d'autres lieux de l'Asie et de l'Afrique, où n'ont pas encore pénétré les investigations géologiques. Quoi qu'il en soit, ces points isolés, disséminés à des distances considérables les uns des autres, sont, dans l'état actuel de nos connaissances géologiques, d'un immense intérêt, puisqu'ils établissent que ces terrains, comme nous l'avons trouvé pour les deux groupes précédents, ne sont pas des dépôts partiels, mais qu'ils dépendent d'une troisième grande époque géologique qui s'est manifestée sur toute notre planète à la fois.

§ 1875. **Division des terrains jurassiques en étages.** Beaucoup de divisions ont déjà été proposées pour les terrains jurassiques, les unes déduites des caractères minéralogiques des couches, les autres basées sur la présence de tel ou tel fossile dominant, quelques-unes même sur la couleur de la roche (le lias, le jura brun et le jura blanc des Allemands), ou seulement en quatre parties (le lias, l'oolithe inférieur, l'oolithe moyen et l'oolithe supérieur). Rien de plus commode, quelquefois, que ces termes vagues, d'inférieur, de moyen, et de supérieur; car ils n'obligent à aucune limite réelle, et ne compromettent nullement ceux qui s'en servent; mais, dans l'état actuel de la science, il faut plus de précision. Nous ne chercherons pas à discuter ici la valeur des coupes établies dans les méthodes; toutes, lorsqu'elles sont dues à l'observation immédiate, et non aux idées théoriques, offrent des faits partiels ou généraux d'un grand intérêt; néanmoins, quand il s'agit de les coordonner, on se trouve de suite arrêté. Comment grouper des faits basés sur la composition minéralogique seulement, quand on a vu, par l'étude des causes actuelles, que ces limites sont tout à fait illusoires (§ 78 et suivants)? D'un autre côté, comment oser se fier aux nomenclatures des fossiles indiqués dans une série quelconque de couches, quand on voit la détermination de ces fossiles si légèrement faite par les auteurs, qu'il faut souvent en retrancher la moitié? Il devient donc impossible d'établir actuellement une concordance parfaite entre les éléments hétérogènes inscrits dans les annales de la science géologique. Devant ces difficultés insurmontables, nous n'avons trouvé qu'une solution possible : c'était d'interroger la nature elle-même. Nos premières observations sur le sol de la France nous ont fait reconnaitre, qu'en remontant ou descendant la série des couches sur des points éloignés, on trouvait partout la même succession de corps organisés fossiles, cantonnés dans les mêmes limites de hauteur géologique, quelle que fût, du reste, la composition minéralogique des couches qui les renferment. Nous avons suivi partout les horizons géologiques au pourtour des bassins, afin de séparer les simples facies de profondeur, des âges distincts. Après un grand nombre d'années de recherches, pendant lesquelles nous ne marchions que de

confirmations en confirmations, sans trouver de faits contradictoires, nous avons acquis la certitude que les terrains jurassiques s'y divisent nettement en dix étages ou zones superposés, aussi bien limités par les faunes respectives qu'ils renferment, que par les lignes de démarcation stratigraphiques relevées sur tous les points. En les suivant l'un après l'autre au pourtour des bassins, nous avons reconnu qu'ils ne se confondent sur aucun point, et qu'ils représentent bien autant d'époques géologiques distinctes, succédant les unes aux autres dans un ordre constant et régulier. Nous nous sommes, ensuite, assuré que ces déviations étaient les mêmes, sur toutes les parties du globe étudiées jusqu'à ce jour, et qu'elles étaient, dès lors, l'expression des grands faits géologiques qui se sont succédé pendant cette longue période.

§ 1858. Ces divisions, en commençant par les plus inférieures, sont les suivantes : Étages *sinémurien*, *liasien*, *toarcien*, *bajocien*, *bathonien*, *callovien*, *oxfordien*, *corallien*, *kimméridgien* et *portlandien*. On verra par la synonymie de chacun d'eux que plusieurs avaient été parfaitement sentis, surtout par les géologues anglais, qui, dans leurs divisions, ont toujours tenu plus de compte des caractères paléontologiques ; tandis que ces divisions, souvent méconnues ailleurs, par suite de préoccupations minéralogiques et du peu de valeur qu'on accordait aux fossiles, ont amené beaucoup de rapprochements fautifs avec ces coupes anglaises. On trouvera peut-être ces divisions trop nombreuses ; mais, comme nous venons de le dire, elles sont l'expression des limites tracées par la nature et n'ont rien d'arbitraire. Elles ont toutes une égale valeur, une égale importance. Il faut ou les adopter toutes sans exception, ou les supprimer entièrement, pour ne faire, des diverses époques qui se sont succédé dans les terrains jurassiques, qu'un seul tout qui serait trop monstrueux. Il est certain que les étages, tels que les donnent la superposition rigoureuse et la limite des faunes qu'ils renferment, sont aussi tranchés dans les terrains jurassiques que le sont, par exemple, les étages silurien, devonien et carboniférien dans les terrains paléozoïques.

On verra, par la nomenclature adoptée dans la terminologie des noms d'étage, que nous avons voulu, comme nous l'avons déjà fait depuis longtemps pour les terrains crétacés, prendre des noms tirés des lieux où l'étage se trouve le mieux développé, afin de faire cesser cette nomenclature embrouillée qu'on tire de la composition minéralogique locale si variable suivant les lieux, et des fossiles dominant sur un point, qui peuvent manquer totalement ailleurs.

§ 1859. **Stratification.** (Voyez la coupe, *fig.* 393.) D'après ce que nous disons aux étages saliférien (§ 1835) et sinémurien (§ 1890), on voit que les premières couches jurassiques se sont déposées sur les

derniers dépôts des terrains triasiques en stratification plus ou moins discordante, sur tout le versant occidental des Vosges, depuis Luxembourg jusqu'à Bourbonne, au nord, au sud, à l'est et à l'ouest du grand plateau central, comme pour témoigner que là les deux séries de terrains sont dans leur ordre naturel de succession autour des bassins déjà formés. Il en est de même sur une partie de l'Allemagne, au revers oriental des montagnes de la forêt Noire, et bien plus au nord-est, ainsi qu'en Angleterre. C'est donc un fait général qui concorde avec l'âge relatif de ces deux époques géologiques superposées, que les terrains jurassiques ont succédé chronologiquement aux terrains triasiques.

Presque partout il y a discordance sur les points en contact; mais cette discordance est encore plus marquée par des lacunes sur d'autres parties de la France, principalement autour du massif breton, dans les Deux-Sèvres, dans la Vendée, et sur quelques points du plateau central, où les terrains jurassiques reposent soit sur des terrains azoïques, soit sur des terrains paléozoïques, ce qui annonce un grand mouvement géologique et donne les limites réciproques des terrains jurassiques et triasiques (§ 1741).

§ 1860. **Groupement des étages.** Pour rassembler, sous le seul nom de *terrains jurassiques*, les dix étages que nous y réunissons, nous avons en France et en Angleterre de nombreux motifs. Le fait le plus remarquable, à cet égard, et qui groupe nettement cet ensemble, c'est que les terrains jurassiques montrent, sur presque tous les points, une succession complète de tous les étages superposés, dans une relation concordante les uns avec les autres. En effet, partout où nous les avons rencontrés sur le versant occidental des Vosges (voyez la coupe, *fig.* 393), sur la côte du Calvados, ou au pourtour du plateau central (voyez coupe, *fig.* 428), nous avons vu que les couches sont légèrement inclinées vers le centre du bassin. Il en est de même dans le bassin pyrénéen (voyez coupe, *fig.* 424). Bien que disloquée, tourmentée, la succession en est la même dans les Alpes (voyez coupe, *fig.* 416). Tout démontre donc que ces terrains forment un ensemble régulier, distinct des terrains triasiques et crétacés.

§ 1861. **Séparation des étages.** A côté de ce groupement des terrains jurassiques en France et en Angleterre, nous avons, comme on le verra aux étages, des discordances réelles, des discordances d'isolement, et beaucoup d'autres caractères stratigraphiques, qui coïncident avec les limites des faunes respectives de ces étages, pour prouver qu'ils forment, chacun en particulier, autant d'époques successives de même valeur, parfaitement distinctes les unes des autres.

§ 1862. **Composition minéralogique comparée.** La disparité complète, suivant les lieux, qu'on trouve dans la nature minéralogique

| ETAGES. | CALVADOS. | NIORT (Deux-Sèvres) ET CHARENTE-INFÉRIEURE. | VERSANT OCCIDENTAL DES ALPES. | VERSANT OCCIDENTAL DES VOSGES. |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| PORTLANDIEN | ........ | Calcaire blanc. | ........ | Grès jaune.<br>Calcaire blanc |
| KIMMÉRIDGIEN | Calcaire argileux bleu, et argiles | c Couches oolithiques<br>b Calcaire blanc argileux ou bleu<br>a Grès jaunâtres. | ........ | Calcaire argileux jaunâtre. |
| CORALLIEN | Grès jaunâtres, silex | Calcaire blanc, bleu, ou gris, non oolithique | Calcair neoirâtre, non oolithique | Calcaire blanc avec ou sans oolithe. |
| OXFORDIEN | Calcaire bleu oolithique | b Calcaire blanc sans oolithe<br>a Calcaire argileux bleu sans oolithe | Calcaire argileux noirâtre, non oolithique | b Calcaire blanc argileux non oolithique.<br>a Minerai oolithique de fer hydraté (Ardennes). |
| CALLOVIEN | Argile noirâtre ou bleu de Dives | Calcaire blanc argileux non oolithique | Calcaire argileux noirâtre, non oolithique | Calcaire ferrug avec oolithe de fer hydraté exploité. |
| BATHONIEN | Calcaires blancs, jaunes ou bleuâtres pétris de fossiles. | Calcaire blanc, compacte, dur, non oolithique | Calcaire argileux noirâtre. | Calcaire jaune compacte. |
| BAJOCIEN | c Argile bleue à foulon<br>b Calcaire blanc grenu<br>a Oolithe ferrugineux de Bayeux | c Calcaire blanc argileux<br>b Calcaire jaunâtre argileux oolithique<br>a Grès compacte à paver | Calcaire noirâtre argileux | Calcaire jaunâtre sacharoïde à entroques |
| TOARCIEN | Calcaire argileux jaune ou bleuâtre<br>Calcaire bleuâtre à silex | Calcaire argileux jaunâtre | Calcaire noirâtre argileux | b Minerai de fer oolithique exploité.<br>a Argiles et calcaires micacés ou non. |
| LIASIEN | Calcaire bleuâtre jaune ou ferrugineux | Grès à gros grains | Calcaire noirâtre argileux | Argile noirâtre et calcaire. |
| SINÉMURIEN | Calcaire bleu ou grès blanchâtre | ........ | Calcaire noirâtre argileux | d Calcaire bleuâtre.<br>c Minerai de fer hydraté exploité.<br>b Alternance d'argile et de calcaire jaune, vert ou bleu.<br>a Grès quartzeux. |

des différents étages des terrains jurassiques en fait le plus mauvais moyen de parallélisme; aussi recommanderons-nous, afin d'éviter cet écueil, de ne jamais se servir des seuls caractères minéralogiques, qui peuvent, le plus souvent, induire en erreur. Pour prouver ce que nous avançons, nous avons donné, dans le tableau précédent, la composition comparative des étages, en Normandie (Calvados), à Niort (Deux-Sèvres), sur le versant occidental des Vosges et dans les Alpes.

§ 1863. Il est encore une nature minéralogique qui a souvent trompé,

| NOMS DES ÉTAGES | LIEUX OU SE TROUVENT LES ZONES FERRUGINEUSES EXPLOITÉES OU EXPLOITABLES DANS CES ÉTAGES. |
|---|---|
| PORTLANDIEN.. | » |
| KIMMÉRIDGIEN. | » |
| CORALLIEN.... | » |
| OXFORDIEN... | *Fer oolithique* dans l'argile ferrugineuse de Neuvizy, du Vieil-Saint-Remy (Ardennes), qui se continue dans la Meuse, sous forme de calcaire, entre Saint-Michel et Creue, à Is-sur-Tille (Côte-d'Or), à Étivey (Yonne), etc. |
| CALLOVIEN... | *Fer oolithique* dans le calcaire argileux de Liffol (Meuse), de Marault, de Château-Villain (Haute-Marne), de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), à Clucy, aux Viouses, près de Salins, dans le Jura, dans l'Ain, à Chanaz, à Saint-Rambert, au mont du Chat (Savoie). *Fer limoneux* de la Voulte (Ardèche). |
| BATHONIEN.... | » |
| BAJOCIEN..... | Oolithe ferrugineux de Bayeux, de Moutiers (Calvados), de Vandenesse et d'Isenay, près de Moulins-en Gilbert (Nièvre). |
| TOARCIEN.... | *Fer oolithique* près de Langres (Haute-Marne), à Saint-Rambert (Ain), aux environs de Salins (Jura), près de Lyon (Rhône), au mont Charrey. *Fer limoneux* à la Verpillière, à Saint-Quentin (Isère) |
| LIASIEN...... | » |
| SINÉMURIEN... | *Fer oolithique et limoneux* des mines de Beauregard, commune de Thoste (Côte-D'or). Mines de Chalancey, près de Conches (Saône-et-Loire). |

comme âge, et qui néanmoins est d'une grande importance comme opération industrielle. Nous voulons parler des horizons minéralogiques exploités pour l'abondance du fer qu'ils renferment. Nous croyons devoir donner, dans le tableau précédent, le véritable niveau géologique de ces différents horizons, disséminés dans les étages, tels que nous avons pu les déterminer par la superposition rigoureuse et les fossiles.

On voit que les horizons ferrugineux dépendants des terrains jurassiques appartiennent à cinq étages différents, qui par suite de leur nature ferrugineuse ont souvent été rapportés à l'oolithe inférieur des Anglais (étage bajocien). On a pris pour tel les minerais des étages callovien et toarcien, dont l'un est supérieur et l'autre inférieur.

§ 1864. **Puissance des étages.** Voici le résumé que nous donnent à cet égard tous les étages.

| | | |
|---|---|---|
| Étage | Portlandien....... | 60 mètres |
| — | Kimméridgien..... | 150 |
| — | Corallien......... | 300 |
| — | Oxfordien... ..... | 150 |
| - | Callovien.. ..... | 150 |
| — | Bathonien...... .. | 60 |
| — | Bajocien... ...... | 60 |
| — | Toarcien.. .. .. | 150 |
| - | Liasien.. ........ | 150 |
| — | Sinémurien .... .. | 300 |
| | Total.. ... ... | 1530 mètres environ. |

En indiquant ces chiffres, évidemment approximatifs, nous croyons être beaucoup au-dessous de la vérité, pour les Alpes, pour le versant occidental des Vosges, et pour la suite des étages, depuis Avallon jusqu'à Tonnerre.

§ 1865. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous ne pouvons que répéter ici le résumé de ce que nous trouvons partiellement dans les étages : c'est que tous, successivement, étaient soumis aux lois physiques qui régissent la nature actuelle. A chacune de ces époques, il y avait des continents et des mers. Ces mers avaient, comme aujourd'hui, des parties littorales, des parties sous-marines voisines des côtes, des parties sous-marines profondes avec des animaux propres à chacune de ces zones en particulier. Ces mers avaient des courants sous-marins, des côtes battues de la vague, et des golfes tranquilles, identiques à ce qui existe actuellement (§ 79 à 136). La nature des sédiments et des coquilles qu'ils renferment nous donne encore la certitude que, pendant cette longue période des terrains ju-

rassiques, il existait de fréquentes oscillations du sol, analogues à ce qui existe dans le nord de l'Europe (§ 2545). Cela est surtout prouvé par la superposition, les uns sur les autres, de dépôts côtiers des étages toarcien, bajocien, bathonien, callovien et oxfordien, à Chaudon (Basses-Alpes).

§ 1866. **Caractères paléontologiques.** Cherchons, d'abord, les caractères qui peuvent distinguer ces terrains des grandes périodes précédentes et de celle qui l'a suivie.

*Caractères négatifs tirés des genres.* L'absence totale, dans les terrains jurassiques, des 42 genres qui étaient positifs pour les terrains triasiques (§ 1805) en fait autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour distinguer celui-ci.

§ 1867. Les terrains jurassiques se distinguent des terrains crétacés par tous les genres qui, d'après les recherches actuelles, n'existaient pas encore dans cette période et ne sont nés que postérieurement, avec la période crétacée. Ces genres ont la répartition suivante dans les classes animales : parmi les Oiseaux, les 3 genres de notre tableau n° 2 ; parmi les Reptiles, les 9 genres de notre tableau, n° 3; parmi les Poissons, 30 genres; parmi les Crustacés, 5 genres; parmi les Mollusques céphalopodes, les 9 genres de nos tableaux, n$^{os}$ 5 et 6; parmi les Mollusques gastéropodes, les 26 genres de nos tableaux, n$^{os}$ 6 et 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 15 genres de nos tableaux, n$^{os}$ 6 et 8; parmi les Mollusques brachiopodes, les 12 genres de notre tableau, n° 9; parmi les Mollusques bryozoaires, les 21 genres de notre tableau, n° 10; parmi les Échinodermes, les 35 genres de nos tableaux, n° 11 et 12; parmi les Zoophytes ou Polypiers, les 56 genres de notre tableau, n° 13; parmi les Foraminifères, les 29 genres de notre tableau, n° 14; parmi les Amorphozoaires, les 18 genres de notre tableau, n° 15. Nous avons donc, en résumé, 268 genres parus postérieurement aux terrains jurassiques et pouvant, dès lors, servir de caractères négatifs. On peut y joindre encore, comme caractères généraux négatifs, le manque complet de 32 ordres d'animaux indiqués dans notre tableau, n° 16. En résumé, pour distinguer les terrains jurassiques des périodes supérieures et inférieures, nous avons environ 1077 genres pouvant donner des caractères négatifs.

§ 1868. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Pour distinguer les terrains jurassiques des terrains triasiques, nous avons les 292 genres donnés à ces derniers terrains comme négatifs (§ 1802) et qui deviennent ici très-positifs, attendu qu'ils commencent seulement avec les terrains jurassiques et sont encore inconnus à l'époque antérieure, au moins dans l'état actuel des recherches.

§ 1869. La période jurassique se distingue des terrains crétacés par

tous les genres nés et éteints dans cette période, ainsi que par ceux qui, nés antérieurement, s'y sont également éteints, sans passer aux terrains crétacés. Ces genres sont ainsi répartis : parmi les Mammifères, les 2 genres de notre tableau, n° 1; parmi les Reptiles, les 18 genres de notre tableau, n° 3; parmi les Poissons, 40 genres; parmi les Crustacés, 33 genres; parmi les Mollusques céphalopodes, les 4 genres de notre tableau, n° 6; parmi les Mollusques gastéropodes, les 5 genres de notre tableau, n° 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 8 genres de notre tableau, n° 8; parmi les Mollusques brachiopodes, 1 genre de notre tableau n° 9; parmi les Mollusques bryozoaires, les 3 genres de notre tableau, n° 10; parmi les Échinodermes, les 19 genres de nos tableaux, n°s 11 et 12; parmi les Polypiers ou Zoophytes, les 44 genres de notre tableau, n° 13; parmi les Foraminifères, 2 genres de notre tableau, n° 14; parmi les Amorphozoaires, les 5 genres de notre tableau, n° 15. Ils forment un total de 184 genres ensevelis pour toujours dans les terrains jurassiques.

§ 1870. La combinaison des 304 genres pouvant donner des caractères négatifs avec les terrains immédiatement supérieurs et inférieurs, joints aux 292 genres positifs donnant également des caractères distinctifs avec ces terrains, vient nous donner le facies d'ensemble zoologique de chacun en particulier. La faune de la période jurassique a son cachet tout à fait spécial, consistant en la présence de ce nombre considérable de formes spéciales de tous les ordres d'animaux. Néanmoins, malgré les différences qui l'en distinguent, elle forme un ensemble zoologique intermédiaire entre les terrains triasiques et crétacés, aussi bien par ses caractères que par sa superposition.

§ 1871. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Ajoutons aux caractères stratigraphiques donnés par les genres, les caractères plus multipliés encore que présentent les espèces. Les terrains jurassiques se distinguent, en effet, des périodes supérieures et inférieures, indépendamment de près de 600 espèces d'animaux vertébrés et annelés, par le nombre énorme de 3717 espèces d'animaux mollusques et rayonnés inscrits dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (Tomes 1 et 2). Ces espèces sont ainsi distribuées dans les étages, en commençant par les plus inférieurs.

| Etages. | Espèces rencontrées dans deux ou trois étages à la fois. | Espèces spéciales à un seul étage. | Totaux. |
|---|---|---|---|
| Sinémurien............. | 1 | 173 | 174 |
| Liasien............. | 1 | 300 | 301 |
| Toarcien............. | » | 288 | 288 |
| Bajocien............. | 7 | 596 | 603 |
| Bathonien............. | 11 | 535 | 546 |
| Callovien............. | 26 | 255 | 281 |
| Oxfordien............. | 37 | 702 | 739 |
| Corallien............. | 27 | 628 | 655 |
| Kimméridgien............. | 16 | 183 | 199 |
| Portlandien............. | 3 | 57 | 60 |
| | 129 | 3,717 | 3,846 |
| Nombre réel des espèces communes après la suppression des chiffres répétés....... | 56 | | |

§ 1872. En résumé, comme on peut en juger par le tableau précédent, et par les détails spéciaux qu'on trouvera aux étages, où nous avons donné le résultat consciencieux de tous les faits bien constatés, on peut en déduire :

1° Qu'il existe dans les terrains jurassiques plus de 4,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures.

2° Que ce nombre se divise en 10 zones superposées formant, dans l'ensemble des terrains jurassiques, autant de faunes chronologiques, ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres.

3° Que chaque zone a montré encore une faune spéciale distincte de celle des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

4° Que les espèces qui se trouvent, par accident ou autrement, dans deux ou plusieurs de ces étages à la fois, et dont on a exagéré le nombre d'après de fausses données, ne s'élèvent, en réalité, d'après les recherches actuelles, par rapport aux espèces spéciales, qu'à 1 1/2 pour 100 ; chiffre trop peu important pour changer en rien les résultats propres aux faunes spéciales successives.

§ 1873. **Chronologie historique.** La période jurassique, considérée dans son ensemble, avait, à chaque étage, des continents et des mers. Voyons d'abord quelle a été, au commencement des terrains jurassiques, la circonscription des mers, et comment elles ont modifié leurs limites, durant cette longue période de l'histoire du monde. Avec les premiers étages, les mers jurassiques formaient en France et en Angleterre trois

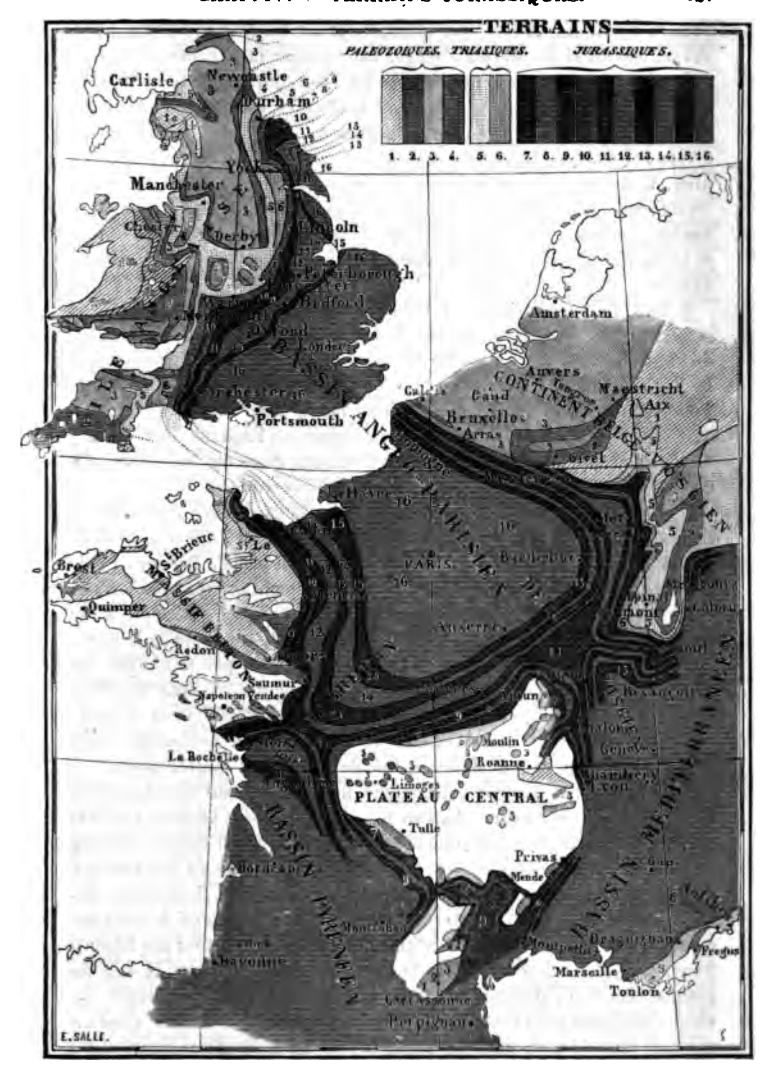



*Fig.* 408. Les continents et les mers, en France et en Angleterre, à l'époque des terrains jurassiques.

bassins différents. (Voyez leur circonscription dans notre *fig.* 408, *carte des continents et des mers à l'époque des terrains jurassiques.*)

§ 1874. Le *bassin maritime anglo-parisien*, qui occupe le nord-ouest de la France et la partie orientale de l'Angleterre, est borné à l'ouest par l'*Ile anglaise*, et de l'autre côté de la Manche, en France, par le *massif breton*; au sud, par le *plateau central*; à l'est, par le continent *belge vosgien*. Ce bassin, ainsi circonscrit, communique au sud-ouest par le *détroit breton*, compris entre le massif breton et le plateau central, avec le *bassin pyrénéen*. Il communique encore à l'est, entre le plateau central et le continent vosgien, par le *détroit vosgien*, avec le *bassin méditerranéen*.

§ 1875. Le *bassin pyrénéen* nous montre pour limites : au nord, le massif breton, depuis les Sables-d'Olonne jusqu'à Saint-Maixant; puis, de l'autre côté du détroit breton, au nord-est, le plateau central, depuis la Rochefoucauld (Charente) jusqu'à Brunequel (Tarn-et-Garonne). Telles sont les limites qui nous restent de ce vaste bassin, qui s'étendait, sans doute, au sud à une grande distance, en Espagne, bien au delà des lieux occupés aujourd'hui par les Pyrénées. Nous devons croire qu'il communiquait au sud-est avec le *bassin méditerranéen*.

§ 1876. Ce dernier *bassin méditerranéen* nous montre ses limites à l'ouest, à Lodève. Il forme tout le golfe jurassique de l'Aveyron et de la Lozère, et continue à côtoyer le plateau central jusqu'à Beaune. On le suit de l'autre côté du détroit vosgien, sur le versant oriental des Vosges. On doit suivre encore plus loin cette ancienne mer, qui s'étendait, selon toute probabilité, beaucoup à l'est et au nord-est, sur toute la Provence, le Dauphiné, sur la place occupée aujourd'hui par la chaîne des Alpes, qui n'avait pas alors pris son relief, et peut-être, sans interruption, jusqu'en Italie, en Piémont et en Suisse, sans que nous en puissions donner les limites orientales et méridionales. Seulement nous croyons que l'îlot du Var devenait une de ses limites méridionales.

§ 1877. Pendant la période jurassique, nous voyons, sur tous les points du pourtour de ces bassins, mais surtout dans le bassin anglo-parisien et au nord du bassin pyrénéen, que le littoral des mers s'est éloigné, de plus en plus, de ses premières limites, à mesure que les étages s'y succédaient, de telle manière que les nouveaux étages se déposaient toujours en dedans des autres. Il en est résulté que le littoral successif de tous ces étages forme des lignes concentriques parallèles au pourtour des bassins français et en Angleterre, et que la distance abandonnée par la mer du premier étage au dernier est d'une largeur moyenne d'un degré, ou vingt-cinq lieues terrestres, sur le versant occidental des Vosges. C'est un exemple rare de mers anciennes restées avec les mêmes circonscriptions durant toute une des grandes périodes de terrains, et dont les limites,

parfaitement conservées, nous montrent encore toutes les lignes littorales successives, malgré le grand nombre de révolutions géologiques postérieures qui auraient pu les anéantir.

Nous avons vu, en effet, que, sur ces points, tous les étages y sont en superpositions concordantes (voyez à l'Atlas la coupe, *fig.* 393); que les couches sont presque horizontales ou plongent seulement vers le centre des bassins, comme se déposent aujourd'hui les sédiments dans les mers. Cette concordance, cette succession régulière des étages, ainsi que la direction des couches, portent donc à croire que ces étages se sont déposés tranquillement, sans avoir souffert, depuis, aucune dislocation; car, abstraction faite de failles plus ou moins nombreuses, on ne voit jamais, dans le bassin anglo-parisien et au nord du bassin pyrénéen, de couches redressées annonçant des mouvements violents.

§ 1878. Lorsque nous comparons à ces strates légèrement inclinées des parties restées intactes, où tout annonce le repos, ces couches du versant occidental des Alpes, disloquées de toutes les manières, et offrant, aujourd'hui, les inclinaisons les plus diverses, depuis la verticale jusqu'aux lignes horizontales, on ne peut s'empêcher d'y voir, au contraire, les effets de dislocations violentes du sol. L'examen de ces couches démontre, par leur division en lits réguliers, qu'elles se sont formées sous les eaux, dans une position horizontale. Il a donc fallu une grande révolution géologique (§ 172) pour les placer où elles sont. Lorsque, d'un autre côté, sur chacun de ces vastes lambeaux, on reconnaît encore la même succession régulière d'étages que dans les bassins tranquilles placés parallèlement et dans un ordre régulier, mais soumis aux mêmes dislocations générales, on acquiert encore la certitude que cet ensemble jurassique formait un tout semblable à celui des bassins tranquilles, qui n'a été dérangé que postérieurement à son entier dépôt, et lorsque les couches étaient déjà à l'état solide. Si, d'un côté, les terrains jurassiques nous offrent des mers tranquilles et la succession de tous les faits actuels de dépôts, nous voyons, de l'autre, qu'il a surgi sur quelques points du fond de ces mers, des collines et des montagnes que la géologie seule peut expliquer. Voilà pour les grands traits de la stratification. Nous allons voir si les détails tirés des sédiments amènent aux mêmes résultats.

§ 1879. Par la nature des sédiments, et surtout par le grand nombre des coquilles flottantes renfermées dans les couches, on reconnaît facilement que, sur les points restés intacts au pourtour des bassins, les dépôts littoraux faits au niveau supérieur des marées (§ 97) dominent partout à chacun des étages successifs. On peut, en effet, pour ainsi dire, les suivre sur ces parties tranquilles. Le versant occidental des Alpes, les Opies, et, en Provence, beaucoup d'autres points où les couches ont

été disloquées, montrent, au contraire, rarement des dépôts côtiers, et les dépôts sous-marins y dominent. Ici, comme on le voit, il y aurait concordance de faits; car les Alpes, à l'exception de quelques points, devaient faire partie du milieu des mers jurassiques.

§ 1880. Cette retraite continuelle des eaux sur tous les points au pourtour des bassins durant les terrains jurassiques a modifié la forme des mers et des continents de la manière suivante. Au commencement de la période jurassique, le massif breton, le plateau central, le continent belge-vosgien et l'ilot du Var, formaient autant de grandes îles, dans les mers. Les atterrissements considérables qui se sont faits sur tous les points au pourtour de ces bassins ont fini au milieu de la période jurassique, durant l'étage bathonien (voyez 11e étage, *fig.* 408), par combler le détroit vosgien et le détroit breton, et en ont formé des isthmes auxquels nous donnerons, à l'avenir, les noms d'*Isthme vosgien* et d'*Isthme breton*. Alors la mer anglo-parisienne ne communique plus avec la mer pyrénéenne et la mer méditerranéenne, au moins par ces détroits; car, d'un autre côté, par le grand nombre d'animaux identiques que ces mers recélaient à toutes les époques, nous devons croire qu'elles avaient des communications directes sur d'autres points, aujourd'hui cachés, peut-être, sous l'océan Atlantique.

§ 1881. Ce retrait des eaux sur tous les points des bassins, en France durant toute la période jurassique, et en Russie après l'époque oxfordienne (§ 2049), peut encore avoir une signification très-importante en géologie. Ne pourrait-on pas lui demander quelques explications sur la nature des mouvements géologiques qui se sont succédé pendant ce laps de temps si considérable? Les eaux, disons-nous, ont diminué sur tous les points des bassins à chacun des dix étages jurassiques. Il reste à vider cette grave question : le pourtour des bassins a-t-il chaque fois subi l'effet d'une force soulevante de l'intérieur à l'extérieur de la terre qui l'aurait fait surgir au-dessus des eaux, ou le niveau des mers s'est-il réellement abaissé sur ces points? Nous concevons toutes les difficultés qui se rattachent à la solution d'un tel problème; néanmoins nous allons chercher ce que nous donneraient, dans les deux cas, l'expérience directe et le simple raisonnement.

Voyons d'abord si les allures des lieux sont en faveur d'une force soulevante exercée de l'intérieur à l'extérieur de l'écorce terrestre. Nous verrons en Russie, à la fin de l'étage oxfordien, qu'une surface de 23 à 25 degrés, en latitude de diamètre, s'était probablement trouvée surélevée et émergée par suite d'un mouvement géologique (§ 2049). La surélévation d'une aussi grande surface peut-elle avoir lieu par une force soulevante intérieure, sans des dislocations nombreuses, sans des craquements dans tous les sens, sans des redressements, des

effets de bascule d'inégale valeur? Nous ne le croyons pas; car il faudrait que cette force soulevante pût agir également sur tous les points à la fois, ce qui nous paraît physiquement impossible, les couches oxfordiennes de Russie étant presque horizontales et sans traces d'aucun de ces brisements. On doit renoncer à les expliquer par une force inférieure soulevante. Dans les bassins anglo-français, parisien, pyrénéen et méditerranéen, durant la période jurassique, la chose paraît encore plus impossible. Ce n'est pas une seule fois qu'il aurait fallu un soulèvement sans fracture, sans dislocation, au pourtour de tous les bassins anglo-français, mais *dix fois* successivement, et toujours des soulèvements d'égale valeur, qui n'auraient en rien changé la forme du littoral des mers, qui n'auraient pas altéré la concordance des couches composantes. Nous croyons encore le fait impossible; car il est évident qu'un soulèvement n'aurait pû avoir lieu dix fois de suite sur une surface immense de côtes et dans plusieurs bassins à la fois, sans former des inégalités nombreuses qui eussent partiellement fait empiéter les étages les uns sur les autres, et eussent modifié la forme du littoral des mers à chacune de ces dix époques, ce qui n'existe nulle part. Toutes les couches annonçant, au contraire, le repos sur tous les points pendant et après le dépôt de ces dix époques, on doit renoncer à l'hypothèse des soulèvements de l'intérieur à l'extérieur de la terre pour expliquer le retrait successif des mers, durant toute la période jurassique.

On a regardé le niveau des mers comme invariable; mais c'est probablement à la condition qu'il n'y aura pas de soulèvements ni d'affaissements sous-marins sur quelques points du globe. Faisons ici une comparaison très-simple, et que l'expérience peut démontrer. Qu'un vase rempli d'eau soit percé inférieurement; qu'arrivera-t-il, si l'on introduit un corps étranger par cette ouverture inférieure? On aura certainement pour résultat de faire surélever le niveau des eaux, dans le vase, de la quantité d'eau déplacée par le volume du corps étranger. Un soulèvement quelconque de la croûte terrestre dans la mer doit donc nécessairement amener les mêmes résultats, le même changement de niveau; alors les eaux s'élèveront au pourtour des bassins marins, à proportion de la valeur de la masse soulevée au milieu ou sur le bord du liquide. Tout soulèvement de la masse consolidée dans les mers tendra donc à faire monter les eaux sur le littoral des mers; il déterminera un empiétement et non un retrait au pourtour des bassins.

Si, au lieu d'introduire par la partie inférieure un corps étranger dans un vase plein d'eau, on abaissait le bouchon placé à cette partie percée, le résultat serait de faire baisser le niveau supérieur des eaux de la quantité déplacée par en bas. On admet que le retrait des matières, par suite du refroidissement, peut amener des affaissements

pour combler le vide laissé par la différence de volume des matières refroidies (§ 160); que ces mouvements de dislocation sont la cause de toutes les révolutions du globe; mais, alors, ces affaissements, qui amènent, par l'effet de bascule, des soulèvements partiels, sont le fait général, et les soulèvements sont l'exception. Que les couches consolidées du globe qui supportent les eaux des océans viennent, par exemple, à céder à la pression énorme qu'elles subissent, et qu'il y ait, sous les eaux, un affaissement considérable, qu'en résultera-t-il? Ici nous aurons le même effet que pour l'abaissement du bouchon inférieur du vase. Il nous paraît évident que le résultat sera de faire baisser le niveau des eaux à la surface, et sur tous les points des côtes maritimes, de la même quantité cube que la partie consolidée affaissée. Nous supposons encore que, les mers occupant la plus grande surface du globe, et que, la pression étant plus grande dans les océans par suite de la double épaisseur des couches consolidées et des masses considérables d'eau qu'elles supportent, les dislocations ont dû y avoir lieu plus fréquemment que sur les continents.

En résumé, les allures des couches ne permettant pas de supposer un soulèvement réel du pourtour des bassins géologiques durant la période jurassique, d'un autre côté, comme il paraît certain que la mer doit se retirer de son littoral, et les côtes s'exonder, par suite d'un affaissement sous marin, ces conclusions nous expliqueront, peut-être, la nature des mouvements géologiques qui se sont manifestés durant la période jurassique. Ces mouvements de retrait continuel des eaux à chacun des étages au pourtour des bassins géologiques encore intacts ne nous prouveraient-ils pas qu'à chacun de ces étages le retrait a été produit par des affaissements de la partie consolidée de l'écorce terrestre, sous les bassins maritimes existants de toute la surface du globe?

Nous nous arrêtons à cette conclusion, qui, comme on le voit, paraît d'accord avec ce qui existe, et nous explique tout ce que la nature nous a conservé de cette époque reculée de l'histoire du monde.

§ 1882. Les animaux ont encore ici changé de formes. Un grand nombre de genres des terrains précédents manquent dans les terrains jurassiques et restent ensevelis pour toujours dans les couches terrestres. Beaucoup d'autres, au contraire, viennent les remplacer, tels que plusieurs ordres d'Insectes, de Crustacés, de Mollusques, de Crinoïdes et de Foraminifères. C'est, en effet, le premier règne des Crustacés décapodes, des Échinodermes échinides, des Bryozoaires, des Polypiers et des Amorphozoaires testacés. Enfin, pendant la période jurassique, sont nés 292 genres d'animaux inconnus dans les âges précédents et environ 4,000 espèces.

§ 1883. La présence, pendant cette période, des mêmes genres et des

mêmes espèces d'animaux, depuis la zone torride jusqu'au cercle polaire, prouverait que la température était uniforme sur le globe, par suite de la chaleur centrale, et qu'aucune ligne isotherme n'existait encore sur le globe. La composition de ces faunes démontrerait aussi qu'elle était analogue aux faunes tropicales actuelles.

§ 1884. Les oscillations du sol sont on ne peut plus marquées durant les terrains jurassiques. Leurs traces sont surtout visibles par les lignes littorales superposées de quelques points (§ 1755).

§ 1885. A dix reprises successives, des perturbations géologiques, plus énergiques que les oscillations (§ 159 à 171), sont venues interrompre l'animation de la terre et des mers, et détruire presque tous les êtres. Après chacune de ces grandes catastrophes de la terre, le calme est revenu; de nouveau, toute la nature a été repeuplée de ses plantes et de ses animaux. A chaque fois, si les genres sont en partie restés les mêmes, les espèces ont entièrement changé, ainsi qu'on peut le voir par les faunes respectives.

§ 1886. Quelques auteurs font surgir, pendant cette période, les roches plutoniennes qui dépendent des balsates, des porphyres pyroxéniques, et même des granits. M. Cordier ne paraît pas l'admettre; et nous pouvons affirmer que, chaque fois que nous avons vu les roches jurassiques en contact avec les roches granitiques, comme dans les Deux-Sèvres, à Niort, à Saint-Maixent; dans l'Yonne, à Avallon; dans la Côte-d'Or, à Semur, les terrains jurassiques avaient nivelé les inégalités des roches granitiques préexistantes, et n'avaient, en aucune manière, été dérangés par elles.

## 7e Étage : SINÉMURIEN, d'Orb.

*Première apparition*, de l'ordre des Insectes diptères, des Poissons polyptérides, des genres *Belemnites*, *Turrilites*, *Unicardum*, *Astarte* et *Diadema*.

*Règne* des genres *Cardinia*, *Spiriferina*, *Octocœnia*.

*Première période*. De la faune spéciale aux terrains jurassiques.

*Zone* du *Belemnites acutus*, des *Ammonites bisulcatus* et *catenatus*, du *Cardinia hybrida*, de l'*Unicardium cardioides*, de l'*Ostrea arcuata*, et du *Spiriferina Walcotii*.

§ 1887. **Dérivé du nom.** On voit par la synonymie, que tous les noms donnés à cet étage sont tirés soit de la présence de quelques fossiles locaux, soit des caractères minéralogiques, qui, d'après ce que nous avons dit du mode de dépôt des couches sédimentaires (§ 78 et suiv.), ne peuvent avoir aucune application générale. En effet, l'Huître (Gryphée arquée), bien qu'elle soit on ne peut plus commune dans les couches supérieures, en France et en Allemagne, manque sur d'autres points et

est inconnue dans les couches inférieures. Quant aux noms tirés de la nature de la roche, nous les croyons encore plus locaux. Si les couches inférieures sont formées de grès dans le nord-est de la France, ces mêmes couches, avec les fossiles identiques, sont, ailleurs, argileuses ou ferrugineuses. C'est pour obvier à ces contradictions entre le nom et le caractère des couches, que nous avons proposé celui d'*étage sinémurien*, parce que cette dénomination n'indique aucun caractère paléontologique, ni minéralogique, spécial à des points isolés, mais qu'il vient du nom de la ville de Semur (*Sinemurium*), autour de laquelle ces couches, montrant un beau développement, peuvent offrir le type le plus complet, et un point réellement étalon pour l'étage.

§ 1888. **Synonymie.** *Suivant la position*, c'est le *lias inférieur*, d'Orb., 1842; le *lower-lias shale* de M. Phillips; l'*infra-lias* de MM. Moreau, Leymerie, Cotteau; *unterer Lias* de M. Rœmer.

*Suivant les fossiles*, c'est le *calcaire à Gryphée arquée* de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, de M. Turmann; le *calcaire à Gryphites* de M. Charbant; le *Gryphiten-Kalck* de M. Rœmer; le *Turnerthon* et le *Sandthon-Kalck*, partie du *schwarzer Jura* de M. Schmit.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est le *grès infra-liasique* et le *calcaire à Gryphée arquée* de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; l'étage *liasique* et le *grès du Luxembourg* de M. d'Omalius; le *grès liasique* de M. Terquem; le *Quadersandstein* (partie) des Allemands; le *calcaire* de *Valognes*, de M. de Caumont; le *Lias-Kalck*, le *Lias-Sandstein*, le *Quadersandstein* de M. Rœmer. C'est une partie de la *formation liasique* de M. Huot.

*Type côtier* à Champlong, près de Semur, à Avallon; *Type sous-marin*, les mines de Beauregard (Yonne).

§ 1889. **Extension géographique.** Voici les principaux points de notre sol où nous savons qu'il existe bien positivement, soit d'après la carte géologique de France, soit d'après les géologues résidant sur les lieux, soit enfin d'après nos propres observations. (*Voyez* les parties marquées 7 dans notre carte, *fig.* 408.)

Partons de Semur (Côte-d'Or), où nous trouvons le type le mieux caractérisé, pour le suivre, d'abord, au pourtour du plateau central de la France. Si nous tournons à l'ouest ou au sud, nous le foulons sans interruption, soit que nous allions du côté des mines de Beauregard ou de Maison-Neuve, sur la commune de Thoste, soit que nous tournions vers le département de l'Yonne. En effet, il couvre, sur cette route, les communes de Torcy, d'Époisses, de Savigny, de Cussy, jusqu'à Avallon, au Pont-Aubert, à Champien, à Vailloux. En passant au sud, on le poursuit dans les départements de la Nièvre, à l'ouest de Château Chinon; dans celui du Cher, à Saint-Amand, dans la tranchée du Bois de-Trousse,

à Augy-sur-Aubois, et plus à l'ouest sud-ouest. Si, au contraire, nous dirigeons notre course du côté opposé de Semur, nous suivons encore cet étage à Thibaud, ou sans interruption jusqu'à Pouilly, et auprès d'Arnay-le-Duc; puis, on le retrouve dans les départements de Saône-et-Loire, à Chalancey près de Couches, à Villefranche, à Nolay; dans le Rhône, aux environs de Lyon, à Paillet, près d'Ardilly; à Couzy, à Ville-sur-Jarnioux, au Mont-d'Or, à Saint-Fortunat, à Bagnols, à Bayeux; dans l'Ardèche, à Aubenas, à Privas; dans le Gard, depuis Vabres, Saint-Paul, à Cendras, à Saint-Jean, près de Castillon, à Avelas, et sur d'autres points que nous ne pouvons indiquer avec assez de précision.

Quelques lambeaux se trouvent en Provence, dans les Bouches-du-Rhône, à la colline des Pauvres, à Peychagnard, à Sainte-Victoire, près d'Aix, et dans la vallée de Vauvenargues; dans le Var, à Mazangue, à Belgineur, à Cucrs. Indépendamment de ces points isolés, nous avons voulu le suivre sur le versant occidental des Alpes, et nous l'avons retrouvé, en effet, avec tous ses caractères par lambeaux, dans le département des Basses-Alpes, à la montagne du Signal, à la montée de Taulane, et à la Baume, près de Castellane, à droite du Verdon, près de Castillon, sous le village même de Gévaudan, et vis-à-vis; à l'ouest de Chaudon et d'Entrages, près de Couroubines, et de là jusqu'à Digne. On le voit encore aux environs de Gap (Hautes-Alpes); et avec du soin on le retrouve, comme le fait M. Élie de Beaumont, non interrompu jusqu'à Mont-de-Lans et à Lamur (Isère), où il contient les mêmes fossiles que dans le reste des Alpes, et partout ailleurs, comme on pourra le reconnaître au Prodrome.

On le voit sur le revers occidental du Jura, dans le département de l'Ain, à Bons, près de Belley, près de Saint-Rambert et de Nantua; dans le Jura, à Painperdu, à Boisset et à Saizenay, près de Salins (M. Marcou); dans le Doubs, à Maure, près de Besançon : et sur le revers opposé, dans le canton de Vaud, à Fontemont; dans le canton de Soleure, à Bœrschwyl; en Argovie, à Staffeleck, à Lauffenburg. On le retrouve sur les deux versants des Vosges : sur le versant oriental, dans le Bas-Rhin, à Zinswiller, à Wœrth, à Waldenbruw, près de Niederbronn. Sur le versant occidental il commence dans la Haute-Saône, à Saint-Julien de Civry, et se continue dans la Haute-Marne, aux environs de Langres, à Villegusien, Saint-Broing-le Bois, Chalendrey, Torcenay, Hortes, Marsilly, Celles de Provenchères, etc. De ce point, l'étage sinémurien forme une bande non interrompue, qui va dans la direction de Mirecourt (Vosges); passe à l'est de Nancy (Meurthe), à Vallières, près de Metz (Moselle); se continue jusqu'à Thionville, Luxembourg, et tourne à l'ouest jusqu'à Sedan et Charleville (Ardennes).

Nous en avons reconnu quelques lambeaux au pourtour du massif breton, au-dessous de l'étage liasien, dans le département du Calvados, à Landes, à Évrecy, à Vieux-Pont, près de Bayeux, à Agy, à Subles et à Blay ; au sud-est et à l'est de Bayeux, où il a une grande puissance ; et nous l'avons revu dans la Manche, à Sainte-Mère-Église, à Valognes, à Fresseville, à Cauquigny et à Beaute, etc.

En Angleterre, ou retrouve la continuation du bassin anglo-parisien ; on le voit à l'est des points où nous avons cité l'étage Saliférien (§ 1834) ; il forme une bande non interrompue, dirigée presque au N. N. E., qui part de Lyme-Regis, dans le Dorsetshire ; traverse cette contrée, une partie du Somersetshire, du Gloucestershire, du Worcestershire, du Warwick, du Leicestershire, du Nottingham et du Lincolnshire, où cette bande se dirige au nord, en se rétrécissant, et forme un demi-cercle dans le Yorkshire, jusqu'à la rivière de Tees, et à Whitby. Cette ligne de l'Angleterre est évidemment la continuité des lambeaux que nous avons signalés en Normandie.

Il existe dans le grand-duché du Rhin à Luxembourg, et en Belgique, d'où il se prolonge au nord-est, bien au delà d'Echternach. Il se développe ensuite sur une grande surface dans le Wurtemberg, à Boll, à Bahlingen, près de Stuttgart, à Felder ; en Prusse, à Halberstadt ; dans la Bavière, à Bantz ; dans les collines Subhaercyniennes à Scweckemberg, etc.

En dehors de ces grands dépôts européens, nous croyons pouvoir y rapporter sûrement, d'après les fossiles (1), un lambeau découvert en Sicile, par M. Paillette, à Contrada Fontanilla, près de Taormina. Nous y rapportons de plus, avec la plus grande certitude, les couches encore en litige de Campiglia, de la Spezzia, en Italie (2). Nous croyons encore que l'étage se rencontre en Espagne, à Crayon, province de San-Ander, et à Ijar, province de Teruel (Aragon). Dans les autres parties du monde où la géologie, à l'exception de l'Amérique, est encore si peu connue, nous retrouvons l'étage sinémurien seulement dans l'Amérique méridionale, à l'est de Coquimbo, dans la cordillère de Copiapo, et à l'Alto de la cordillère de Guasco (Chili), où MM. Darwin et Domeyko ont recueilli des fossiles que nous croyons dépendre de cet étage (3).

(1) M. Paillette nous a communiqué l'*Ammonites Kridion*, qu'il y avait trouvé. On voit, *Prodrome de Paléontologie*, t. I, p. 212, n° 9, que cette espèce est partout spéciale à l'étage sinémurien.

(2) Les fossiles qui nous ont été apportés par MM. Sismoda et Coquand sont tous certainement de cet étage. Nous y avons, en effet, reconnu les Ammonites n^os^ 3, 12, 14, 17, 21 de notre *Prodrome de Paléontologie*, toutes spéciales à l'étage sinémurien des points les plus connus de France et d'Angleterre, et aucune de l'étage oxfordien, avec lequel on voudrait les identifier.

(3) La présence parmi ces fossiles, de deux espèces du genre *Spiriferina*, et d'une huître voisine de l'*Ostrea arcuata*, nous font regarder l'ensemble comme contemporain de l'étage sinémurien.

§ 1890. **Stratification.** (Voyez l'étage 7 de notre coupe, *fig.* 393.) D'après la circonscription que nous avons indiquée pour l'étage saliférien (§ 1834), on voit que les premières couches de l'étage sinémurien reposent immédiatement sur les derniers dépôts de cet étage (voyez notre carte, *fig.* 408). Il en est ainsi aux deux versants des Vosges, autour du plateau central, près d'Arnay-le-Duc, et dans le département du Cher. On voit la même chose sur le versant occidental du Jura, sur tous les points de l'Angleterre et dans presque toute l'Allemagne. Cette constance de superposition prouve que l'étage sinémurien a partout succédé, dans l'ordre chronologique, à l'étage saliférien.

§ 1891. **Discordances.** A l'étage saliférien (§ 1836) nous avons donné les discordances profondes qui séparent cet étage du précédent. Pour les limites supérieures, elles nous sont données par d'assez nombreuses discordances d'isolement. Nous les retrouvons dans le manque sur l'étage sinémurien, de l'étage liasien, qui devrait l'accompagner s'il n'y avait eu un mouvement géologique entre les deux, comme cela paraît exister dans les lambeaux de la Sicile, du Chili et de Crayon, province de San-Ander. Les discordances d'isolement sont également marquées par le manque de l'étage sinémurien sous l'étage liasien, sur d'autres points. Lorsque les couches liasiennes ne reposent pas sur les derniers dépôts de l'étage sinémurien, ce qui a lieu principalement dans les départements du Calvados, de la Sarthe, des Deux-Sèvres et de la Vendée, où cet étage manque, on voit qu'elles ont nivelé les inégalités du littoral ancien avec une épaisseur plus ou moins grande, suivant les lieux. En effet, à Fontaine-Étoupe-Four, à Maltot (Calvados), et sur beaucoup d'autres points, les couches de l'étage liasien (8e étage) reposent sur des grès siluriens (1er étage) fortement disloqués (*fig.* 409). A Chevillé

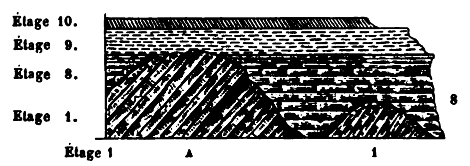



*Fig.* 409. Coupe prise à Fontaine-Étoupe-Four (Calvados).

(Sarthe), elles ont nivelé quelques dislocations des couches carbonifériennes; à Thouars, elles reposent sur des couches azoïques; à Niort, à Fontenay, elles reposent sur des roches granitiques dont elles ont nivelé les inégalités. Ce manque de l'étage sinémurien, sous l'étage liasien, sur tous les points que nous venons d'indiquer, équivaut à une discordance entre les deux, et les sépare nettement. Il est évident que s'il n'y

avait pas eu un mouvement géologique entre les deux, on trouverait partout l'étage sinémurien sous l'étage liasien, et qu'un changement de niveau dans le mers a pu seul isoler l'étage liasien de l'étage sinémurien. Cette discordance correspond partout avec les limites rigoureuses des faunes sur les points concordants ou discordants ; ainsi, géologiquement parlant, l'étage sinémurien est aussi distinct de l'étage liasien par sa superposition que par sa faune.

§ 1892. **Déductions tirées de la position des couches.** *Parties peu disloquées.* A l'exception de quelques points où l'on remarque des failles, ou même des couches un peu dérangées, on peut croire qu'autour du plateau central de France, et surtout au pied occidental des Vosges, les couches sinémuriennes se sont déposées dans un bassin déjà circonscrit, et qu'elles sont restées jusqu'à présent sans éprouver de grands dérangements On peut dire, en effet, que sur tous ces points (étage 7, *fig.* 393), les couches plongent seulement un peu vers le fond du bassin qu'elles forment : celles des environs de Langres, à l'ouest ; celles du Cher au nord, et celles du Calvados, au N. N. E., etc.

§ 1893. *Parties très-disloquées.* Lorsqu'on examine les couches sinémuriennes du versant occidental des Alpes françaises, on arrive à d'autres conclusions. Là rien n'est resté en place, tout a été disloqué de diverses manières par le relèvement des Alpes ; et les couches perpendiculaires qu'on voit au-dessous de Gévaudan (*fig.* 410), et seu-

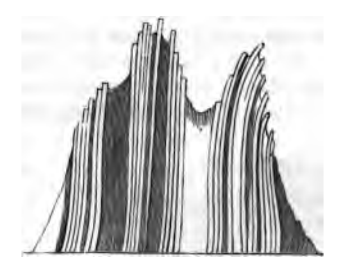


*Fig.* 410. Couches sinémuriennes redressées, à Gévaudan (Basses-Alpes).

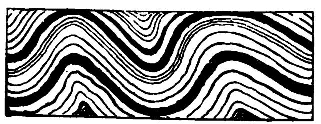


*Fig.* 411. Couches sinémuriennes ondulées route de Chaudon à Digne (Basses-Alpes).

lement très-inclinées à Castellanne, et à l'ouest de Chaudon (étage 7, *fig.* 416), annoncent qu'elles ont été violemment dérangées longtemps après le dépôt complet des terrains jurassiques et crétacés. Les ondulations de quelques autres points (*fig.* 411) annoncent qu'elles ont été poussées latéralement (1).

(1) Si nous cherchons à nous rendre compte de ces plissements de couches dans les montagnes, nous en aurons la solution par l'action même des affaissements sur un corps sphérique; car il

§ 1891. **Composition minéralogique.** Sur le versant occidental des Vosges, les couches inférieures sont généralement composées de grès quartzeux, provenant, sans doute, des dénudations des terrains triasiques à la fin de cette période. Aux environs de Valognes, ce sont encore des grès qui occupent, sur quelques points, les dernières assises de l'étage ; mais près de Semur, d'Avallon, et dans le Cher, ces premières couches sont formées soit d'arkose provenant de la décomposition des roches cristallisées (Semur), soit des calcaires argileux ou d'argile, les grès n'y étant plus que des exceptions rares ou rudimentaires. Dans les Alpes françaises, plus de grès, seulement des calcaires marneux ou argileux noirâtres, comme dans les couches supérieures des autres points où les calcaires argileux ou marneux, bleus ou noirâtres, dominent partout. Néanmoins, sur des lieux très-voisins les uns des autres, comme auprès de Thoste (Côte-d'Or), les couches supérieures contenant l'*Ostrea arcuata*, composées généralement de calcaire argileux noirâtre, sont au contraire formées d'une roche siliceuse jaunâtre ou de silex, ce qui prouve combien peu la composition minéralogique est importante. Pour donner une idée de la variété de composition minéralogique des couches sinémuriennes, nous donnons ci-après la succession observée dans un forage de puits, à Thoste (Côte-d'Or), pour l'exploitation des mines de Beauregard, et dont M Greux nous a donné le détail.

*q*. Alluvions contenant des *Cardinia* passées à l'état de fer hydraté ou de fer oligiste.

*p*. 2 mètres de calcaire noirâtre, rempli d'*Ostrea arcuata*, et renfermant les *Ammonites bisulcatus*, *Kridion*, *Conibeari*, *liasicus*, etc.

*o*. 1 m. 40 cent. calcaire bleu lumachelle, avec fossiles variés.

*n*. 2 m. 50 cent. Couche formée de minerai de fer hydraté, contenant les *Cardinia*, en grand nombre, des *Perna*, des *Lim* et l'*Am. tortilis*, couche exploitée pour les forges.

*m*. Marne noirâtre feuilletée.

*l*. Lumachelle verte.

*k*. Marne jaune.

*j*. Lumachelle bleuâtre grossière.

*i* Marne bleue.

*h*. Lumachelle contenant des *Spiriferina*.

*g*. Marne bleue.

*f*. Lumachelle bleuâtre, formée de *Cardinia*.

sera démontré que les couches consolidées de la surface de la terre ne pourraient tenir dans l'espace d'un affaissement qu'en se plissant, en chevauchant les unes sur les autres, de manière à regagner la différence de longueur donnée par le moindre rayon tant intérieur qu'extérieur. De là des plissements nombreux, des reploiements de couches indispensables dans les montagnes comme dans la plaine, toujours par suite de la pression latérale due aux affaissements.

*e.* Calcaire bleuâtre, à *Chemnitzia* et à *Spiriferina.*

*d.* Calcaire marneux.

*c.* Grès quartzeux blanc, avec *Lima.*

*b.* Arkose.

*a.* Terrains azoïques et granitiques.

Lorsqu'on veut comparer le rapport de composition de couches éloignées, on trouve, par exemple, que les grès des environs de Valognes et ceux du Luxembourg contiennent les mêmes corps organisés que la couche *n* de minerai de fer de Beauregard, ce qui, avec un grand nombre d'autres faits que nous pourrions citer, nous amène à réunir dans notre étage sinémurien toutes les couches jurassiques inférieures à la zone de l'*Ostrea arcuata*, qui sert toujours et partout de dernière limite supérieure à cet étage; tandis que les limites inférieures seront les arkoses, des grès à gros grains sans fossiles et formés, sans doute, sous l'action du mouvement des eaux, de la fin des terrains triasiques si reconnaissables par leurs marnes irisées, comme on peut le voir à Augy-sur-Aubois (Cher), etc. Les caractères minéralogiques sont donc ici très-variables et ne peuvent, en aucune manière, servir à distinguer l'étage, quand on en sépare les éléments paléontologiques. On voit encore, et le Prodrome le prouvera par la distribution des espèces, que les grès inférieurs du lias, du nord de la France, ne forment, en aucune manière, un étage séparé, comme l'ont pensé quelques géologues; mais bien seulement un facies minéralogique purement local correspondant aux parties argileuses des environs de Semur et de Pouilly (Côte-d'Or).

§ 1895. **Puissance connue.** Les grès du Luxembourg ont jusqu'à 300 mètres. Les mêmes grès ont montré, dans le sud-ouest de l'Allemagne, 65 mètres de puissance; aux environs d'Avallon, de Semur, de Lyon, et dans les Alpes, nous avons pu évaluer l'épaisseur des calcaires à une centaine de mètres; on a trouvé à Thionville 165 mètres d'épaisseur de lias, et à Lyme-Regis on l'évalue à 200 mètres.

§ 1896. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** La puissance des couches de l'étage sinémurien, l'extrême variété de leur composition minéralogique sur un même point, annoncent qu'elles ont dû se déposer dans un laps de temps considérable. Cherchons à y retrouver les principaux grands traits des circonstances qui agissaient alors dans les mers.

§ 1897. **Points littoraux des mers.** Par la présence, soit des débris des plantes terrestres, qui ne pouvaient se déposer que sur un littoral, soit par la présence de squelettes entiers d'animaux vertébrés, ou par l'abondance des coquilles flottantes d'ammonites, qui n'ont pu également se déposer qu'au niveau supérieur des marées de cette époque, si nous cherchons à retrouver les dépôts littoraux des mers, nous les

verrons parfaitement caractérisés sur les points suivants. D'abord, en France, au pourtour du plateau central; dans l'Yonne, à Avallon; dans la Côte-d'Or, à Semur, à Pouilly-en-Auxois, à Grosbois; dans Saône-et-Loire, à Nolay; dans le Rhône, à Paillet, au Mont-d'Or, à Saint-Fortunat, près de Lyon; dans la Loire, à Pouilly-sous-Charlieu; dans le Cher, à Augy-sur-Aubois; sur le versant occidental des Vosges, dans la Haute-Saône, à Saint-Julien-de-Givry; dans la Meurthe, près de Nancy, et à Suchant; dans la Moselle, à Vallières, et dans la couche à plantes et à lignites des grès d'Hettange (1); sur le versant oriental des Vosges, à Zinswiller, près de Niederbronn; sur le versant du Jura, à Salins, à Saint-Rambert, à Belley (Ain); sur le versant des Alpes, à Mont-de-Lans (Isère); en Provence, à Mazangue (Var); dans la Manche, à Valognes. Les particules fines siliceuses ou argileuses qui se déposent, dans les causes actuelles, seulement dans les golfes tranquilles des mers (§ 96), peuvent même faire penser que les dépôts côtiers de l'Yonne, de la Côte-d'Or, de Saône-et-Loire, du Rhône, se sont faits, généralement, soit dans des golfes tranquilles, soit sur des côtes peu exposées à la vague. Hors de France, nous citerons, en Angleterre, Lyme-Regis, Shorne-Clif, Charmouth, Watchet; en Allemagne et dans le Wurtemberg, Halberstadt, Otterdengen, Boll, Bahlingen, près de Stuttgart, Tubingen, Gœppingen; en Suisse, Fontement (Vaud); en Italie, la Spezzia près de Coregna; en Sicile, Contrada Fontanilla, près de Taormina.

§ 1898. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque presque complet de coquilles de Céphalopodes, et, au contraire, l'abondance des coquilles de Gastéropodes et de Lamellibranches, doit faire croire que les points suivants se sont déposés non loin des côtes, et peu au-dessous du balancement des marées : les couches à Gryphées, sans ammonites, de Villefranche, de Mende, de Pommiers, près de Lyon (Rhône); de Chevigny, de Thibaud, de Beauregard, commune de Thoste, de Montigny, d'Arcenay (Côte-d'Or); de Pont-Saint-Auber (Yonne); près de Langres (Haute-Marne); les couches inférieures des grès d'Hettange, (Moselle) à 30 mètres au-dessous des plantes; de Stenay (Meuse); les couches de Waldenheim, Bouxwiller (Bas-Rhin); entre Intria et Crépia (Ain); Bligny, Boisset, Seizenay, Toutrent, Arbois, Lons-le-Saulnier, (Jura); Castellanne, Gévaudan, Digne, Chaudon (Basses-Alpes); Subles, Blain (Calvados); Sainte-Mère-Église (Manche). En Angleterre, Robin-hood'sbay, Scarborough, Barkley, Ilmenster, Langar, Cheltenham, Bawdsey, Frethern, etc. En Allemagne et dans le Wurtemberg, Bantz, Altdorf, Berg, Kahlefeld, Markoldendorf, Mœhungen, Herford, Extern,

(1) Cette couche à plantes est certainement un point littoral, puisqu'on y trouve des plantes, des lignites; et ce qui est surtout significatif, c'est que M. Terquem y a trouvé une huître fixée sur du bois.

Borglohe, Benburg, Grubengen, Stuifemberg, etc., etc. Nous avons vu, aux causes actuelles (§ 83), que le gros sable ne se dépose, aujourd'hui, que là où le mouvement des eaux est considérable, qu'il soit déterminé par la vague des côtes, ou par les courants sous-marins. Ce fait constant nous porte à croire que les grès quartzeux des Vosges, de la Moselle, de la Haute-Marne, et les arkoses de la Côte-d'Or et de l'Yonne ont été déposés sous un fort mouvement des eaux. Pour nous, les uns, les plus inférieurs, et les arkoses, pour ainsi dire sans fossiles, se sont formés sous l'influence d'un mouvement général produit peut-être par la fin de la période triasique, tandis que les autres (ceux du Luxembourg, de la Côte-d'Or) sont évidemment le produit de courants sous-marins; car ils contiennent beaucoup de fossiles, mais très-rarement des coquilles flottantes, telles que les ammonites.

§ 1899. Si, au lieu de prendre en grand les derniers indices qui peuvent nous rester des bandes marines anciennes, nous voyons, sur un point quelconque, ce qui existe dans les couches superposées, nous nous assurerons qu'un laps considérable de temps s'est écoulé pendant que se déposaient les sédiments de cet étage. D'après la coupe que nous avons donnée de Thoste (§ 1894), on voit succéder aux arkoses, dépendant des causes générales, des grès sans doute déposés sous l'influence de rapides courants sous-marins. Pour les autres couches qui les recouvrent, nous devons croire qu'elles se sont toutes déposées au-dessous du niveau des marées, puisqu'elles ne contiennent pas de corps flottants, et que, du reste, les sédiments sont placés suivant l'arrangement déterminé par les eaux des courants. De leur nature on peut encore conclure que les unes, les lumachelles, formées d'éléments plus denses, se sont déposées sous l'influence du mouvement (§ 106, 107); tandis que les autres, les marnes bleues, formées seulement de sédiments fins, sont le résultat de périodes de tranquillité plus ou moins prolongées; mais toutes peuvent s'expliquer par l'étude des causes actuelles. Ainsi, des alternances de repos et d'agitation se seraient succédé à diverses reprises, de manière à nous donner la preuve que toutes les causes actuelles sous l'influence desquelles se déposent les sédiments dans nos mers présidaient, à cette époque, à l'arrangement des sédiments qui forment aujourd'hui les couches sinémuriennes.

La conservation des points littoraux annonce soit une oscillation géologique, soit la perturbation finale de l'époque.

§ 1900. Nous citerons de plus, comme fait remarquable de conservation, une *Lima edula*, encore couverte de belles bandes rayonnantes des couleurs qu'elle avait étant fraiche. Nous l'avons recueillie aux environs de Semur (Côte-d'Or).

§ 1901. **Caractères paléontologiques.** Un caractère très-remar-

quable ressort, au premier aperçu, de l'ensemble des êtres de cette faune. Comme aucun des genres qui existaient avant cette époque ne s'y éteint, et qu'au contraire il en naît un grand nombre de nouveaux, on voit que, par ses fossiles et par sa superposition, l'étage sinémurien est bien le commencement d'une nouvelle période d'existence. Voici, du reste, les caractères différentiels spéciaux.

§ 1902. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage sinémurien de l'étage saliférien, nous avons les vingt genres qui naissent et meurent dans l'étage saliférien, et ceux qui, ayant leur maximum de développement spécifique dans les terrains paléozoïques, s'éteignent encore dans cet étage, comme les dernières formes animales de cette première période d'existence (§ 1846), sans passer à l'étage sinémurien.

§ 1903. Pour limites paléontologiques entre l'étage sinémurien et l'étage liasien, nous avons, de plus, des plantes, 47 genres ainsi répartis dans les séries animales, qui commencent seulement à paraître dans l'étage liasien et sont inconnus dans l'étage sinémurien. Parmi les Reptiles, le genre *Pterodactylus* de notre tableau n° 3. Parmi les Poissons, 27 genres. Parmi les Crustacés, le genre *Coleia*. Parmi les Gastéropodes, le genre *Nerita* de notre tableau n° 7. Parmi les Lamellibranches, les 3 genres de notre tableau n° 8. Parmi les Échinodermes, les 4 genres de notre tableau n° 11. Parmi les Zoophytes, le genre *Anabacia* de notre tableau n° 13. Parmi les Foraminifères, les 6 genres de notre tableau n° 14. Ces 47 genres, réunis aux 20 genres précédents, donnent 67 genres négatifs pour l'étage sinémurien.

§ 1904. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Les genres suivants, inconnus aux étages inférieurs et apparus pour la première fois avec l'étage sinémurien, seront autant de caractères positifs propres à le distinguer des époques antérieures, et particulièrement du dernier étage triasique. Ces genres sont répartis comme il suit : parmi les Poissons, le genre *Pachycormus ;* parmi les Céphalopodes, les genres *Belemnites* et *Turrilites;* parmi les Gastéropodes, le genre *Nerita;* parmi les Lamellibranches, les genres *Unicardium*, *Thracia*, *Mactra* et *Astarte* ; parmi les Brachiopodes, les genres *Spiriferina* et *Terebratella ;* parmi les Échinodermes, le genre *Diadema;* parmi les Zoophytes, les genres *Stephanocœnia* et *Octocœnia*. Ces genres sont au nombre de 14, auxquels, sans doute, il faudra joindre quelques-uns des genres de Poissons que le manque d'indications positives nous a fait placer à l'étage suivant, comme étage moyen des trois âges confondus sous le nom de Lias.

Les genres spéciaux à l'étage sinémurien qui sont nés et morts dans cette période ne sont pas nombreux ; nous ne comptons, en effet, que le genre *Octocœnia* de la série des Zoophytes. Ce peu de genres spéciaux

annoncerait, comme nous l'avons dit, que l'étage sinémurien est le commencement d'une nouvelle grande période d'animalisation déjà formée de quelques genres dans l'étage saliférien.

§ 1905. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Les caractères qui précèdent seraient suffisants pour distinguer l'étage saliférien ; mais il nous reste un moyen encore plus spécial, c'est celui que peuvent nous donner les espèces. Outre des espèces de plantes, outre des espèces d'animaux vertébrés et annelés, nous avons, comme on pourra le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, auquel nous renvoyons pour la liste complète (1), le nombre de 174 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Ces espèces, discutées, quant à leurs caractères et à leur synonymie, forment, pour nous, autant d'*espèces caractéristiques*, attendu qu'aucune, jusqu'à présent, ne se trouve ni dans l'étage inférieur, ni dans l'étage supérieur. Parmi ces espèces, nous citerons les suivantes, qui, répandues sur une plus grande surface, relient entre eux tous les points d'Europe que nous y avons réunis, Mont-de-Lans (Isère), par exemple, ainsi que la Sicile, et la Spezzia, en Italie.

MOLLUSQUES.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Belemnites acutus. | 1 | Chemnitzia semicostata. | 43 |
| * Ammonites bisulcatus (2). | 3 | Pleurotomaria Anglica. | 55 |
| — obtusus. | 4 | Panopæa striatula. | 63 |
| — stellaris. | 5 | Cardinia hybrida. | 87 |
| * — Conybeari. | 8 | — concinna. | 88 |
| * — Kridion. | 9 | — securiformis. | 99 |
| * — Scypionianus. | 10 | Unicardium cardioides. | 108 |
| * — raricostatus. | 12 | Lima antiquata. | 118 |
| * — Carusensis. | 14 | Avicula Sinemuriensis. | 129 |
| * — Boucaultianus. | 17 | Ostrea arcuata. | 139 |
| * — catenatus. | 21 | Rhynchonella variabilis. | 147 |
| * — Phillipsii. | 26 | Spiriferina Walcotii. | 149 |
| | | — octoplicatus. | |

On voit par les espèces fossiles de la Spezzia, en Italie, et de Mont-de-Lans, près de Lamur (Isère), que ces deux points dépendent très-certainement de l'étage sinémurien ; et, à cet égard, nous ne conservons pas le moindre doute. Si, en effet, des plantes, desquelles on ne connait que des parties incomplètes, peuvent laisser de l'incertitude, il ne peut

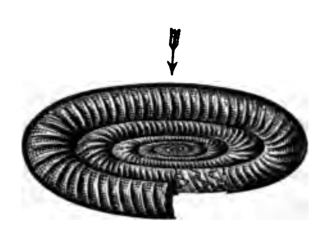
(1) Voyez aussi, pour les figures des Céphalopodes et des Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française*, terrains jurassiques.

(2) Voyez au *Prodrome* toutes les localités propres à chacune de ces espèces en particulier. Les espèces de la Spezzia et de Mont-de-Lans sont, dans cette liste, marquées d'un astérisque.

en être ainsi des coquilles qui sont l'enveloppe testacée complète des



*Fig.* 412. Ammonites Nodotianus.



La même, déformée par la pression oblique.



*Fig.* 413. Ammonites bisulcatus.



*Fig* 414. Ostrea arcuata.

êtres. Voici quelques exemples de la faune de l'époque sinémurienne (*fig.* 412 à 414).

§ 1906. **Chronologie historique.** La perturbation géologique qui a mis fin à l'époque saliférienne (§ 1853) a fait disparaître, pour toujours, en même temps que 20 genres différents d'animaux (§ 1846), que 737 espèces (§ 1848) d'animaux mollusques et rayonnés, que 55 espèces de plantes (§ 1852), les derniers genres caractéristiques de la première et de la seconde période du monde animé. Cette perturbation, dont les traces se trouvent dans les grès à gros grains de nivellement inférieur de l'étage, ainsi que dans les arkoses (§ 1898), a dû s'effacer peu à peu ; et lorsque le repos entier de la surface a permis à la puissance créatrice de l'animer, la terre et les mers se sont de nouveau repeuplées. C'est alors qu'ont paru, avec des plantes nouvelles, 14 genres d'animaux de toutes les classes, et 174 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les espèces des embranchements supérieurs. Tels sont

au moins les débris de cette époque arrivés jusqu'à nous et connus aujourd'hui; car ces chiffres doivent nécessairement être doublés ou triplés dans l'avenir.

§ 1907. Les mers étaient, à cette époque, peu différentes des mers de l'époque saliférienne, au moins en France et en Angleterre, et elles couvraient les trois bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen. Elles baignaient le pourtour est du grand plateau central, et en faisaient probablement le tour; elles s'étendaient dans le bassin méditerranéen; de là, à l'est et au sud-est, jusqu'à l'îlot du Var, et allaient couvrir l'emplacement des Alpes jusqu'en Italie et en Sicile. Au nord-est, elles couvraient le Jura, et s'étendaient beaucoup de ce côté. Elles baignaient les deux versants des Vosges; et du versant occidental, dans le bassin anglo-parisien (*voyez* les parties marquées 7 dans notre carte, *fig.* 408), elles formaient une vaste étendue dirigée à l'ouest, d'un côté jusqu'au massif breton, et en Angleterre, où elles couvraient, vers le nord, jusqu'au Yorkshire, bornée à l'ouest par l'île anglaise, mais ouverte vers l'est, où ses limites nous sont inconnues. Entre le plateau central et le massif breton était le *détroit breton*, qui communiquait avec la mer pyrénéenne; et, du sud de la Vendée et du sud-ouest du plateau central, s'étendait largement sur les régions occupées aujourd'hui par la chaîne des Pyrénées. En résumé, nous voyons déjà circonscrites trois mers distinctes : la *mer anglo-parisienne* (bassin anglo-parisien), bornée à l'est par les Vosges, au nord-est par l'île anglaise et le massif breton, au sud par le plateau central. Cette mer communiquait à l'est par le *détroit vosgien*, compris entre une partie du continent belge-vosgien et le plateau central, avec la *mer méditerranéenne* (bassin méditerranéen), qui longe à l'est tout ce même plateau central, et s'étend à l'est et au sud-est. Un autre détroit (le détroit breton) communique au sud de la mer anglo-parisienne avec la *mer pyrénéenne* (bassin pyrénéen), dont nous ne connaissons pas les limites méridionales. C'est probablement la mer méditerranéenne qui s'étendait en Allemagne et dans le Wurtemberg.

§ 1908. Les continents étaient certainement les mêmes, surtout à en juger par les dépôts côtiers (§ 1897). On voit que le plateau central s'est seulement accru au nord de quelques lambeaux salifériens émergés (étage 6, 6, *fig* 408). Le massif breton est resté le même; le continent belge-vosgien s'est accru à l'ouest d'une grande lisière de l'étage saliférien surgi au-dessus des eaux. L'îlot du Var était également émergé, à en juger par le dépôt côtier de Mazangue. La présence des dépôts côtiers du versant occidental du Jura (Salins, Saint-Rambert) prouverait qu'un îlot y était émergé pendant le dépôt sinémurien, et probablement un autre près de Lamur, à Mont de-Lans (Isère), où les coquilles flottantes laissent peu de doutes à cet égard. En Angleterre, le continent anglais reste

le même; seulement il s'accroît à l'est d'une lisière émergée et de tout le détroit anglais, à la fin de la période saliférienne. Le continent suédo-russe ne paraît pas avoir changé pendant cette période. L'Amérique méridionale, encore accrue du système bolivien, toujours à l'ouest des premiers, forme la partie de la chaine des Andes, dirigée sud-est et nord-est, longue de 15 degrés, occupant la Bolivie et le Pérou, jusqu'à la côte actuelle. Le continent américain est alors dirigé de l'est à l'ouest, et d'une forme bien différente de la forme actuelle (*voyez* la géologie de l'Amérique méridionale)

Les mers sinémuriennes nourrissaient des animaux différents de l'époque antérieure. Nous pouvons surtout citer les reptiles *Ichthyosaurus*, dont la taille rivalisait avec celle de nos grands Cétacés actuels. Des poissons d'espèces distinctes, avec de nombreuses Ammonites, des Bélemnites et des Turrilites inconnues jusqu'alors, animaient les rivages sur lesquels venaient aussi de paraître pour la première fois un bon nombre de genres, parmi lesquels des *Unicardium*, des *Astarte*, des *Diadema*, et surtout des espèces dont aucune n'existait antérieurement. C'est, on le dirait, par les formes nouvelles, le commencement d'une grande période bien caractérisée par des animaux spéciaux.





Partie grossie.

*Fig.* 415. Odontopteris cycadea.

§ 1909. Les continents, avec des Insectes diptères, se couvrent de

plantes nombreuses, auxquelles M. Brongniart assigne les caractères généraux suivants (1) : « 1° La grande prédominance des Cycadées, déjà « bien établie, et la présence de genres nombreux dans cette famille, et « surtout des *Zamites* et des *Nilsonia*; 2° l'existence, parmi les fougères, « de beaucoup de genres à nervures réticulées, qui se montraient à peine, « et sous des formes peu variées, dans les étages plus anciens, mais dont « quelques-unes cependant commençaient déjà à paraître dans l'époque « du Keuper (étage saliférien). Tels sont les *Camptopteris* et les *Thau-* « *matopteris*. »

Voici la liste des espèces qui nous paraissent dépendre de l'étage sinémurien, et la figure d'une des espèces de l'étage (*fig.* 415).

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Odontopteris ? cycadea, Berg. Metz, Hettange.

Phlebopteris polypodioides, Brong. Heilb., Metz.

Clathropteris meniscioides, Brong. Hoer, Metz, la Marche (Haute-Marne), Pouilly-en-Auxois.

C. platyphylla, Brong. Halberst.

CYCADÉES.

Cycadites pectinatus, Berg. Coburg, Metz.

Otozamites Bucklandii, Brong. Angl.; Metz.

toz. Hartigianus, Germ. Halberst.

Otoz. crassinervis, Germ. Halberst.

Pterophyllum Zinckenianum, Germanie, Halberst.

§ 1910. Aux discordances supérieures (§ 1891), aussi bien qu'aux limites des faunes, nous voyons les dernières traces de la commotion géologique à laquelle on doit attribuer la fin de l'étage. La conservation sur beaucoup de points des parties littorales, que nous avons vu ne pouvoir être produite que par un affaissement (§ 1899), pourrait aussi coïncider avec la fin de cet étage, et en être un des résultats visibles.

## 8e Étage : LIASIEN, d'Orb.

*Première apparition* de l'ordre des foraminifères Stichostègues, des reptiles Ptérodactyles, des familles de poissons Lepidotydæ, Chimæridæ, et Accipenseridæ; des genres Inoceramus, Hippopodium, Asteria, etc.

*Règne* des genres de reptiles *Ichthyosaurus*, et *Plesiosaurus*, des poissons *Hybodidæ*.

*Seconde période croissante* de la faune des terrains jurassiques.

*Zone* des *Belemnites niger*, *Ammonites margaritatus* et *spinatus*,

(1) Comme M. Brongniart comprenait dans le *lias* nos trois étages sinémurien, liasien et toarcien, il est bien entendu que ces considérations se rattachent aux trois étages à la fois. Néanmoins nous avons cherché à reconnaître les plantes de chacun en particulier par les localités. Celles incertaines sont à l'étage liasien.

*Pleurotomaria expansa*, *Lima punctata*, *Pecten æquivalvis*, *Ostrea cymbium*, *Terebratula numismalis*.

§ 1911. **Dérivé du nom.** Nous avons conservé le nom de *liasien*, pour rappeler celui de *lias*, donné primitivement par les Anglais, et généralement adopté en Europe pour cet étage, le précédent et celui qui suit. C'est un dérivé analogue à celui de carboniférien, de falunien, n'impliquant nullement le caractère minéralogique qui lui a donné naissance.

§ 1912. **Synonymie.** *Suivant la position stratigraphique*, c'est le *lias moyen* (d'Orb., 1842); le *lias supérieur* (partie), de M Gressly; l'*upper-lias-shale*, de M. Phillips.

*Suivant les fossiles*, c'est le *calcaire à Bélemnites*, de MM. Simon et Terquem; le *Belemniten-Mergel*, de M. Mérian; le *Belemniten-schichte*, de M. Rœmer; les *calcaires* et *marnes à Gryphées gymbium*, de MM. Moreau et Cotteau; c'est le *Numismalis-Mergel*, l'*Amalthenthon*, partie du *schwarzer Jura* (Jura noir), de M. Schmidt.

*Suivant la composition minéralogique*, ce sont les *schistes du lias*, de M. Mandelsloh; l'*Ironstone*, le *Marlstone*, de M. Phillips; les *marnes grises micacées*, les *marnes grasses*, les *marnes feuilletées*, de M. Terquem; le *Macigno d'Aubange*, de MM. Dumont et d'Omalius; partie des *marnes supraliasiques*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

*Type côtier*, à Landes, à Vieux-Pont (Calvados), entre Avallon et Vassy (Yonne), à Nancy (Meurthe). *Type sous-marin*, à Châlon (Saône-et-Loire); à Fontaine-Étoupe-Four (Calvados).

§ 1913. **Limites stratigraphiques.** Il existe en France, presque partout où se trouve l'étage sinémurien, une série de couches souvent très-puissante, qui lui est supérieure, ne contient plus les mêmes fossiles, et surtout plus d'*Ostrea arcuata*, bien qu'elle repose dessus et forme la zone géologique et paléontologique la mieux caractérisée, que nous appelons étage triasien. Cet étage a donc pour limites inférieures exclusives la couche à *Ostrea arcuata*, et pour limites supérieures inclusives les dernières couches où se trouvent l'*Ostrea cymbium* et l'*Ammonites margaritatus*. Cet étage, suivant sa composition minéralogique, a été confondu avec l'étage sinémurien, et même, quelquefois, avec l'étage bajocien.

§ 1914. **Extension géographique.** L'étage liasien suit absolument, en France, la même distribution géographique que l'étage sinémurien, sur lequel il repose partout; mais, de plus, se montre sur beaucoup d'autres points où cet étage manque. Nous l'avons, en effet, retrouvé tout autour du plateau central, sur les deux revers des Vosges, et sur tout le pourtour nord est et sud du grand massif breton. Pour mieux faire connaître les grandes lignes qu'il occupe, nous allons citer les

lieux où nous l'avons positivement reconnu, comme nous l'avons fait pour l'étage précédent (*voyez* étage 8, dans notre carte, *fig.* 408).

Suivons d'abord le pourtour du grand plateau central. Là il se voit partout où nous avons indiqué l'étage sinémurien. Aux environs de Semur (Côte-d'Or), il forme, au nord, les coteaux voisins, jusqu'à mi-hauteur, les couches où s'exploite le ciment, à Venarey, sur le bord du canal de Bourgogne. En marchant vers Avallon (Yonne), on le rencontre sur tous les points, au nord de l'étage sinémurien; et, près de cette ville, il se montre à Montmartre d'Avallon, au-dessous des couches exploitées du ciment de Vassy, à la montée de Pont-Saint-Auber et sur tous les environs. On le suit sans interruption dans la Nièvre, jusque dans le Cher, ou dans la vallée de Saint-Pierre, aux Coutards, à la partie supérieure de la tranchée du bois de Trousse; il a un très-beau développement. Il se continue, ensuite, au sud-sud-ouest, dans la Creuse. De l'autre côté de Semur, on le voit sur la partie moyenne des coteaux, jusqu'à Pouilly, à Mussy, et à Chevigny, et de là dans le département de Saône-et-Loire, à Châlon; dans celui du Rhône, à Villefranche, Saint-Julien-de-Civry, près de Lyon, etc. Dans le département de l'Ardèche, à Lauzac, non loin de Largentière; dans celui du Gard, à Vals, à Fressac, près d'Alais; dans la Lozère, près de Mende; de l'Aveyron, à Clapier, et se retrouve dans la Dordogne, à Chavagnac (arrondissement de Sarlat). Nous avons vu un petit lambeau isolé au château d'Aguilard, près de Tuchant (Aude), et un autre se montre à Gorges-d'Ossa, dans la vallée d'Aspre (Pyrénées-Orientales).

Autour de l'îlot du Var, nous en avons vu un lambeau à la base du coteau, près de Cuers, sur la route de Brignoles. Sur le versant occidental des Alpes, nous l'avons reconnu dans les Basses-Alpes, à Barjac, près de Castellanne, à Chaudon, sur l'étage sinémurien; et à Mont-de-Lans, près de Lamur (Isère), où il offre beaucoup de fossiles, ainsi qu'à Lafrey, près de Vizille. (M. Gras.)

Sur le revers occidental du Jura, il forme une bande et se voit près de Belley, dans la gorge de Saint-Rambert (Ain); à Montaigu, à Conliége, près de Lons-le-Saulnier, à Pinperdu, à Avesne, près de Besançon (Doubs).

Il n'est pas moins développé des deux côtés des Vosges. En effet, on le trouve, à l'est, dans le Haut-Rhin, près de Belfort, et à Bâle; dans le Bas-Rhin, près d'Urweiler, de Gundershoffen, de Muhlhausen et de Seltz-Brunnen. A l'ouest des Vosges, son développement est bien plus grand. En effet, on le voit dans la Haute-Saône, à Fleury-les-Taverey. Dans la Haute-Marne, d'après les observations de M. Babeau, il montre une large bande nord et sud, à partir de Saint-Broing, passant par Longeau, Culmont, Saint-Maurice, Orbigny, Fécourt, Espinant, Rangecourt,

Maisoncelle, et offre surtout à Lassaigne, près de Langres, et à Bourmont, un grand nombre de fossiles. Cette bande non interrompue passe, dans les Vosges, à Mirecourt ; dans la Meurthe, à Ludres, à Ville-en-Viennois, à Essy-les-Nancy, près de Nancy ; dans la Moselle, à la côte de Lormeché, rive gauche de la Seille : à Saint-Julien, près de Metz, près de Thionville ; dans la Meuse, par Breux, près de Montmédy, à Missy ; dans les Ardennes, par Linay. Sachi et Mézières.

Une autre ligne non moins importante borde le grand massif breton. Si nous la prenons dans la Manche, nous la verrons représentée par une couche inégale en épaisseur, suivant les lieux, mais partout très-caractérisée et placée sous l'étage toarcien, qui passe dans la Manche, près de Valognes ; dans le Calvados, à Blay. Subles, Agy, Vieux-Pont, Évrecy, Croisille (près de l'Église) ; Fontaine-Étoupe-Four, Fontenay, près de Tilly, Missy, Curcy, Évrecy, Villy, Fresnay-le-Puceux, Atys, Maltol, Betteville-sur-l'Aise, etc., etc. Interrompue plusieurs fois, on la voit reparaître en vestige sous l'étage toarcien et sous la forme de grès, près de Chevillé (Sarthe) ; à Niort (Deux-Sèvres) ; à Lorbrie, près de Fontenay ; à l'île Bernard, près de Talmont, et jusqu'à peu de distance, au sud est des sables d'Olonne (Vendée), elle est parfaitement caractérisée.

En Angleterre, l'étage suit, à l'est de l'étage sinémurien, une ligne non interrompue, qui commence à Lyme-Regis, passe par le Dorsetshire, le Somersetshire, le Gloucestershire, le Worcestershire, le Warwick, le Leicestershire, le Nottingham, le Lincolnshire, et le Yorkshire. On le trouve encore dans l'Irlande, à l'île de Barry.

En Belgique, il existe à Aubange. En Allemagne, il se montre sur une grande surface, ainsi que dans le Wurtemberg, dans la Bavière, et en Westphalie, et dans le Hanovre. En Suisse, nous l'avons reconnu, par les fossiles, dans le canton de Vaud ; à Cressel, près de Bex : à l'Aigle, près de Fenulet ; à Meilleri, à Sieix-Blanc, au-dessus de Coulet ; dans le canton de Berne, à Velerat, près de Délemont ; à Liesberg, à Staffelegg, près d'Aarau. (*Voyez* l'étage 8 de nos coupes, *fig.* 493, 416, 424.)

§ 1915. **Stratification.** Partout où se trouve l'étage sinémurien, l'étage liasien repose en couches concordantes sur lui, et en suit toutes les allures, toutes les dislocations. Lorsque les couches plongent vers le centre des bassins, il plonge parallèlement ; lorsque les couches sont relevées de diverses manières, comme dans les Alpes, il a subi les mêmes relèvements, sans aucune modification. On le trouve en couches concordantes, tout autour du plateau central de la France, sur les deux versants des Vosges, dans les Alpes, le Jura, et autour du massif de la Bretagne. Partout, en Angleterre, la même superposition existe ainsi qu'en Allemagne et dans le Wurtemberg. Il n'y a aucun doute, dès lors.

que cet étage n'ait succédé régulièrement, sur tous les points, à l'étage sinémurien, et qu'il ne l'ait suivi dans l'ordre chronologique.

§ 1916. **Discordance.** Nous avons établi à l'étage précédent les limites inférieures (§ 1891). Les limites stratigraphiques supérieures, nous sont données par des discordances partielles d'isolement, qui séparent nettement l'étage liasien de l'étage toarcien. Nous regardons comme telles le manque de l'étage liasien sous l'étage toarcien, au pourtour du massif ancien de la Bretagne; à Asnière (Sarthe), où il repose sur les étages devonien et carboniférien; à Saint-Maixent (Deux-Sèvres), où il est en contact avec les roches granitiques dont il a nivelé les anfractuosités; à Durban, au château d'Aguilard, près de Truchant, où il repose encore sur l'étage carboniférien. L'isolement de l'étage sur ces points nous donne des lignes de séparation tranchées avec l'étage inférieur, ligne parfaitement en rapport, sur ces points discordants, avec la fin des faunes dans les parties concordantes.

§ 1917. **Parties peu disloquées.** A l'exception des points cités et de quelques failles partielles, on peut dire que non-seulement les couches liasiennes sont concordantes avec l'étage sinémurien, mais encore qu'elles en suivent toutes les allures. Au pourtour du plateau central, du massif de la Bretagne, du continent belge-vosgien, les couches sont à peine dérangées, inclinées seulement un peu plus, peut-être, vers le centre des bassins respectifs. Ainsi, à Thouars, la pente moyenne est à l'est; à Niort et dans la Vendée, au sud; à Avallon, à Semur, au nord; et sur le versant occidental des Vosges, à l'ouest. Sur ces points les couches sont, pour ainsi dire, comme elles se sont déposées dans leurs bassins respectifs.

*Parties très-disloquées.* En Provence, dans toute la chaine des Alpes, et dans les Pyrénées, au contraire, les couches sont fortement disloquées, fracturées, relevées de toutes les manières, comme à Chaudon

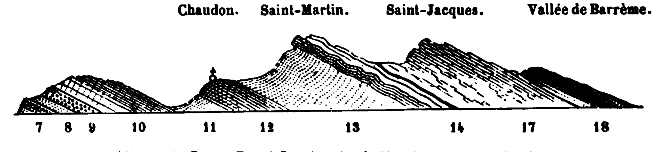



*Fig.* 416. Coupe Est et Ouest, prise à Chaudon (Basses-Alpes).

(étage 8, *fig.* 416). Tout annonce qu'elles ont été violemment brisées après leur parfaite consolidation.

§ 1918. **Composition minéralogique.** Les couches de l'étage liasien, sous le rapport de leur composition, varient beaucoup, suivant les lieux; et le caractère qui, sur un point, peut le faire distinguer des dernières

couches sinémuriennes, est tout à fait l'opposé sur d'autres. Nous allons en citer quelques exemples. Les dernières couches de l'étage sinémurien, remplies d'*Ostrea arcuata*, sont formées d'un calcaire compacte noir, sur tous les environs de Semur, d'Avallon, et même à Lyon, où la ville en est bâtie. Les premières couches de l'étage liasien sont, au contraire, formées d'argile noirâtre ou grise, qui repose dessus. Ces argiles, par couches lamelleuses plus ou moins dures, occupent une grande épaisseur et se terminent, à la partie supérieure, par un calcaire compacte jaunâtre, toujours rempli d'*Ostrea cymbium*, et d'*Ammonites spinatus* et *margaritatus*. A Niort, à Thouars, l'étage liasien est représenté par un grès à très-gros grains de quartz ou d'arkose, produit évidemment par le remaniement des détritus anciens. A Fontaine-Étoupe-Four, c'est un calcaire ferrugineux friable ou compacte pétri de fossiles. A Landes, à Évrecy, il est formé de calcaires jaunes compactes, qui reposent sur les premières couches de l'étage sinémurien alors formé d'un calcaire argileux gris décomposé. A Vieux-Pont, près de Bayeux, les mêmes argiles grises de l'étage sinémurien sont recouvertes par des marnes noirâtres remplies de sulfure de fer, qui constituent l'étage liasien. Dans l'Aude et dans les Alpes, cet étage est composé de calcaires argileux noirâtres. Il en est de même dans le Wurtemberg, et à Lyme-Regis ; et il diffère à peine d'aspect, à moins que ce ne soit par la dureté, de l'étage inférieur ou supérieur. On voit par ce qui précède que si, sur un espace restreint, la composition minéralogique peut aider à faire reconnaître les limites de l'étage, il faut changer ce caractère à mesure qu'on change de lieu.

§ 1919. **Puissance connue.** Nous croyons pouvoir évaluer l'épaisseur des couches de l'étage comprise depuis les couches à *Ostrea arcuata* jusqu'à la fin de l'*Ostrea cymbium*, sur les côteaux voisins de Semur, à 150 mètres environ.

§ 1920. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous retrouvons dans cet étage, et parfaitement marquées, les zones indiquées aux étages précédents

*Points littoraux des mers.* Les couches si remplies de coquilles flottantes d'Ammonites et de Nautiles, ou de Reptiles entiers (1), qu'on remarque en quelques lieux, en font, pour nous, des points déposés sur le littoral des mers de l'étage liasien, au niveau des marées. Cela est si vrai, que ces points, comme on peut le voir par la comparaison, correspondent aux mêmes points côtiers de l'étage précédent, et forment des côtes parallèles. Voici, du reste, les principaux lieux que nous pouvons citer. Nous les trouvons d'abord au pourtour du plateau central, à

(1) C'est à tort qu'on a pu croire que des *animaux entiers* pouvaient se déposer au fond des mers. Ils ne peuvent aller que sur le littoral, puisqu'ils flottent (§ 94).

Avallon, à la montée de Pont-Hubert (Yonne); à Semur, à Pouilly, à Chevigny, à Venarey (Côtes-d'Or); à Lyon (Rhône); aux Coutards, à Saint-Pierre, près de Saint-Amand (Cher); à Chavagnac (Dordogne); à Clapier (Aveyron); à Vals (Gard ; dans l'Ardèche; sur les versants des Vosges ; à Langres (Haute-Marne); à Nancy (Meurthe); à Metz (Moselle), à Missy, à Breux (Meuse); à Belfort (Haut-Rhin); à Urweiler, à Selzbrunnen, à Mulhausen (Bas-Rhin); autour du massif de la Bretagne, à Curcy, Vieux-Pont, Evrecy. Landes, Fresnay-le-Puceux, Maltot (Calvados); sur le versant du Jura, à Saint-Rambert (Ain); à Pimperdu, à Salins (Jura), à Avesnes (Doubs)

Hors de France, nous citerons encore, en Angleterre, Lyme-Regis, Charmouth, l'Ile-de-Mull, baie de Robin-Hood, et Babbla dans les Hébrides. En Allemagne, dans le Wurtemberg, et en Wesphalie, Offterdingen, Hœningen, Boll, Metzingen, Bahlingen, Reutlingen, Egern, etc., etc. En Suisse, à Cressel, près de Bex (Vaud).

C'est à l'aide de ces points que nous pouvons trouver la circonscription des mers anciennes de cette époque.

§ 1921. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque presque complet de corps organisés flottants, et la présence d'une grande abondance de coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, nous font regarder comme s'étant déposés près des côtes, mais au-dessous des marées, les points suivants. En France, autour du plateau central, une couche rousse, oolique, de Châlon (Saône-et-Loire) ; dans les Pyrénées-Orientales, gorges d'Osse. vallée d'Aspres; dans les Alpes, Barjac, près de Castellanne, Chaudon ; autour du massif de la Bretagne, Lorbrie, près de Fontenay ; l'île de la Jard (Vendée) ; les couches de grès de Niort (Deux-Sèvres); quelques couches d'Amayé-sur-Orne, de Croisille, près de l'Église; Fontaine-Étoupe-Four (les couches à Gastéropodes) (Calvados). Nous pouvons croire encore que, dans les localités suivantes, hors de France, quelques couches sont dans le même cas. En Angleterre, Cropredy, Toddenham-Fenny, Compton, Brambury-Hill, Sutherland, Eyem, Middleton, Purtor; en Allemagne, dans le Wurtemberg et dans la Bavière, Jebenhausen, près de Gœppingen, Amberg, Wahl, Stuifemberg, Altdorf, Mistelgau, etc., etc.

*Points profonds des mers liasiennes.* Peut-être doit-on regarder comme s'étant déposées sur des points plus profonds des mers, ces couches si remplies de *Pentacrinus fasciculosus*, Schlotheim, entiers et couchés sur le côté, qu'on trouve à Amberg, à Boll, en Wurtemberg, etc., etc.

§ 1922. Nous avons dit que les couches noirâtres de l'étage liasien de Chaudon appartenaient à un dépôt sous-marin ; on pourrait même croire, par la nature de ces couches peu distinctes et toutes formées de sédiments fins, comme ceux du fond des mers actuelles, qu'elles se sont,

en effet, déposées dans ces conditions, qui, du reste, seraient parfaitement en rapport avec toutes les déductions générales de la géologie, qui nous portent à croire que les terrains jurassiques des Alpes dépendaient du milieu des mers de cette époque. Par la grande puissance de couches observées à Semur, à Avallon, à Saint-Amand, et par leur alternance de composition, les unes purement composées de calcaires marneux, sans fossiles, les autres de coquilles et de rostres de Bélemnites déposées par lits, on doit croire encore qu'il y avait des périodes alternatives de repos et de mouvement dépendant des causes actuelles; mais la constance avec laquelle les dernières couches sont composées, presque sur tous les points, de calcaire dur enfermant en grand nombre des corps organisés déposés un peu pêle-mêle, annoncent un mouvement des eaux plus fort que les autres, assez puissant pour tout tasser, et dont les traces sont partout les dernières limites de l'étage et la fin de la période liasienne.

§ 1923. **Oscillations du sol**, ou **Perturbation finale**. La conservation sur tous les points, des dépôts littoraux, annonce qu'ils ont été préservés de l'action des agents extérieurs par d'autres sédiments; fait qui ne peut provenir que d'oscillations locales ou d'un affaissement général à la fin de l'étage. Cette dernière opinion serait corroborée par quelques faits très-significatifs. Nous trouvons, en effet, superposées dans la même carrière, à Vieux-Pont, près de Bayeux, à Landes (Calvados), des couches évidemment littorales de cet étage, caractérisées par beaucoup d'ammonites, recouvertes par d'autres couches également littorales et contenant autant de corps flottants, mais dépendant de l'étage toarcien Ce fait prouve deux choses importantes, d'abord que les mers sont restées dans les mêmes lits aux deux époques géologiques, puis que les niveaux côtiers ont changé. Il est certain que, sans un affaissement local, qui a placé à une différence de hauteur de 10 à 15 mètres ces deux côtes superposées, elles ne pourraient se trouver l'une sur l'autre. Nous devons donc voir, dans ces deux lignes littorales placées l'une au-dessus de l'autre, l'effet certain d'un changement de niveau, qui pourrait coïncider avec la fin de l'étage liasien et le commencement des dépôts de l'étage toarcien. C'est encore, nous le croyons, pour les points où les couches sont en stratifications concordantes, un fait déduit de la nature des sédiments et des fossiles, qui a la même valeur qu'une discordance.

§ 1924. **Remaniements**. D'après M. Prestwich, on voit à Banff, en Écosse, des coquilles fossiles du lias, remaniées dans les couches actuelles à 19 étages plus tard que leur dépôt. M. le comte de Munster cite, à Osnabruck et à Cassel (Allemagne), des fossiles du lias remaniés dans l'étage falunien, des terrains tertiaires, c'est-à-dire à 17 étages de distance.

§ 1925. **Caractères paléontologiques**. Le caractère dominant de cette

faune, c'est le rapport d'ensemble qui existe entre l'étage précédent et le suivant, quant aux formes génériques ; car toutes les espèces sont distinctes. Voici pourtant les caractères généraux que nous donnent toutes les séries animales comparées.

§ 1926. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage liasien de l'époque antérieure, nous n'avons aucuns genres qui, nés antérieurement, meurent dans l'étage sinémurien, sans passer à l'étage liasien ; ce qui prouverait, plus que tout le reste, ceque nous venons d'avancer ; mais nous avons, pour séparer l'étage liasien de l'étage toarcien qui lui succède, tous les genres qui manquent encore dans le premier, et paraissent pour la première fois dans le second. Ces genres sont : parmi les Reptiles, les 3 genres de notre tableau nº 3 ; parmi les Poissons, 2 genres ; parmi les Crustacés, le genre *Glyphæa* ; parmi les Céphalopodes, les 3 genres de notre tableau nº 6 ; parmi les Gastéropodes, les 2 genres de notre tableau nº 7 ; parmi les Lamellibranches, les 2 genres de notre tableau nº 8 ; parmi les Échinodermes, le genre *Diadema* de notre tableau nº 11 ; parmi les Zoophytes, les 2 genres du tableau nº 13 ; parmi les Foraminifères, les 2 genres de notre tableau nº 14. C'est-à-dire 18 genres qui seront les caractères négatifs, pour distinguer l'étage de celui qui lui succède régulièrement.

§ 1927. **Caractères positifs tirés des genres.** Pour caractères différentiels de cet étage et de l'étage sinémurien, nous avons tous les genres suivants qui naissent avec l'étage qui nous occupe et paraissent être inconnus aux époques antérieures. Parmi les Reptiles, le genre *Pterodactylus* ; parmi les Poissons (1), les genres *Asteracanthus*, *Myriacanthus*, *Squaloraya*, *Cyclarthrus*, *Sphenoconchus*, *Arthropterus*, *Ganodus*, *Chondrostena*, *Saurostomus*, *Conodus*, *Eugnathus*, *Saurropteris*, *Caturus*, *Belonostomus*, *Leptolepis*, *Nothosanus*, *Pholidophorus*, *Lepidotus*, *Lemionotus*, *Amblyurus*, *Dapedius*, *Tetragonolepis* ; parmi les Crustacés, le genre *Coleia* ; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Pterocera* et *Ditremaria* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Inoceramus*, *Hippopodum* et *Limea* ; parmi les Échinodermes, les genres *Asteria*, *Ophiura*, *Crenaster* et *Paleocoma* ; parmi les Zoophytes, les genres *Anabacia* ; parmi les Foraminifères, les genres *Cristellaria*, *Marginulina*, *Rotalia*, *Nodosaria*, *Dentalina* et *Frondicularia*. Nous avons donc quarante genres pouvant donner des caractères positifs, entre l'étage liasien et sinémurien.

§ 1928. Parmi ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage

(1) Nous ferons remarquer que ces caractères bien positifs pour les animaux mollusques et rayonnés nous laissent des doutes relativement à quelques-uns des genres de Poissons ayant placé dans l'étage liasien, tous les genres pour lesquels on n'avait donné d'autres limites que le lias, que nous divisons en trois.

liasien peuvent encore nous donner des caractères positifs différentiels avec l'étage toarcien, où ils n'existent plus, au moins d'après nos connaissances actuelles. Ces genres sont les suivants : Parmi les Poissons, les genres *Myriacanthus*, *Squaloraya*, *Cyclarthrus*, *Astropterus*, *Chondrostena*, *Saurostomus*, *Conodus*, *Amblyurus*, *Dapedus* ; et parmi les Crustacés, le genre *Coleia*. En tout 10 genres, plus le genre *Cardinia*, né antérieurement, qui s'y éteint encore. On voit que, malgré les rapports d'ensemble qui unissent cet étage aux époques supérieures et inférieures, il reste encore des caractères spéciaux aux genres.

§ 1929. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Tandis qu'on voit les caractères minéralogiques des couches liasiennes changer sur les différents points où elles se trouvent, les caractères paléontologiques restent invariables, et sont, partout, on ne peut plus positifs. En effet, quelle que soit, d'ailleurs, la composition minéralogique, la nature a doté cet étage de 301 espèces caractéristiques. Excepté le *Plicatula spinosa*, qui se trouve quelquefois, mais rarement, dans l'étage sinémurien, et le *Lima Thalia* qui se trouve dans l'étage supérieur, toutes les autres espèces sont caractéristiques de cet étage, comme on pourra en voir la liste discutée, pour la synonymie et les localités, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, auquel nous renvoyons à cet égard (1). Nous avons donc 299 espèces pour les animaux mollusques et rayonnés seulement ; car nous n'avons pas compris, dans ce nombre, les 65 espèces de plantes, ni les nombreuses espèces d'animaux vertébrés et annelés que nous y pourrions ajouter. On voit, par ce résumé de nos recherches, que les caractères tirés des espèces sont on ne peut plus positifs, puisqu'à deux exceptions près toutes sont spéciales à cet étage. Parmi ces espèces, il en est néanmoins qui, plus répandues dans les diverses localités, peuvent montrer, plus que les espèces rares, l'horizon géologique qu'elles constituent. Nous citerons celles qui ont des formes assez tranchées pour ne pas être confondues avec d'autres, et les plus communes.

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Belemnites niger. | 1 |
| — umbilicatus. | 2 |
| Ammonites spinatus. | 7 |
| — margaritatus. | 13 |
| — planicosta. | 11 |
| — Henleyi. | 24 |
| Ammonites Grenouillouxi. | 31 |
| Pleurotomaria undosa. | 88 |
| — expansa. | 92 |
| Pholadomya ambigua. | 141 |
| Lima punctata. | 198 |
| Pecten æquivalvis. | 209 |
| — disciformis. | 210 |
| Ostrea cymbium. | 217 |

(1) Voyez aussi, pour les figures de toutes les espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques.*

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Rhynchonelia rimosa. | 221 |
| Spiriferina Hartmanni. | 227 |
| Terebratula numismalis. | 235 |

ÉCHINODERMES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Pentacrinus fasciculosus. | 245 |
| — basaltiformis. | 246 |



*Fig.* 417. Ichthyosaurus communis.

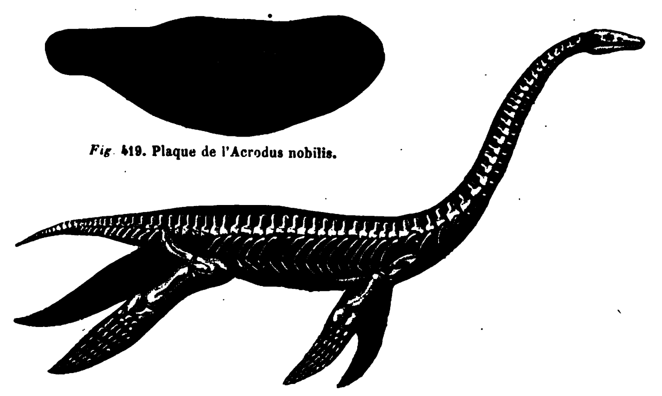


*Fig.* 419. Plaque de l'Acrodus nobilis.

*Fig.* 418. Plesiosaurus dolichodeirus.

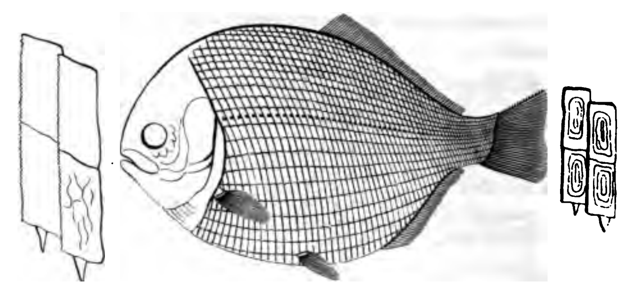


*Fig.* 420. Tetragonolepis (restauré).

Parmi ces espèces, les *Ammonites spinatus* et *margaritatus* sont

disséminées dans toute la puissance de l'étage, depuis les couches les



*Fig.* 423. Pentacrinus fasciculosus

plus inférieures jusqu'aux supérieures; mais l'*Ostrea cymbium* forme un horizon qui en occupe plus particulièrement les couches supérieures

en contact avec les premiers dépôts toarciens connus, pour nous donner une ligne de démarcation naturelle presque constante avec cet étage supérieur. Nous donnons ici quelques exemples des êtres qui caracté-

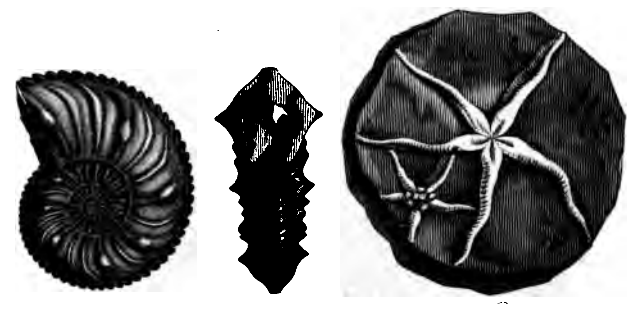


*Fig.* 421. A. margaritatus. *Fig.* 422. Asteria lombricalis.

risent cette époque, remarquable, surtout, par les grands Sauriens qui y existaient, et pouvaient rivaliser de taille avec les Cétacés d'aujourd'hui, les *Ichthyosaurus* et les *Plesiosaurus* (*fig.* 417 à 423).

§ 1930. **Chronologie historique.** L'étage précédent a dû finir, comme tous les autres, par une grande perturbation géologique dont nous connaissons les résultats positifs. C'est, en effet, à cet instant que se sont éteints, avec les plantes, avec les animaux vertébrés et annelés 173 espèces d'animaux mollusques et rayonnés (§ 1905). Les traces de ce mouvement sont, du reste, encore visibles par les grès à gros grains et les arkoses de la base de l'étage des Deux-Sèvres et de la Sarthe, et par les discordances indiquées (§ 1910). Lorsque le repos est venu remplacer l'agitation, sont nés 40 genres inconnus jusqu'alors, avec 300 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui, avec toutes les espèces des animaux vertébrés et annelés, et les plantes, sont les restes connus de la faune et de la flore de cette époque.

§ 1931. Nous ne trouvons en Europe rien de changé, à la fin de l'étage sinémurien, dans la circonscription des mers que nous y avons indiquées (§ 1907). La mer *anglo-parisienne* (voyez étage 8 de notre carte, *fig.* 408) est également bornée; souvent les mêmes côtes sont superposées, ou du moins très-voisines et parallèles les unes aux autres, surtout les points limitrophes. La mer méditerranéenne n'a pas changé de lit; la mer pyrénéenne a conservé la même circonscription. On peut en dire autant des détroits bretons et vosgiens; ainsi, nul doute que successivement les mêmes bassins n'aient reçu les deux mers.

§ 1932. Les continents donnés par les corps flottants ont, par la même

raison, des limites identiques à celles de l'étage précédent (§ 1919). Nous voyons, en effet, des dépôts littoraux tout autour du plateau central des massifs breton et anglais, de l'ilot vosgien. Les corps flottants nous font même reconnaître qu'il y avait, certainement, un ilot émergé dans le Jura, près de Saint-Rambert, et un autre près de Mont-de-Lans (Isère).

§ 1933. Les mers nourrissaient, plus nombreux que jamais, d'énormes Reptiles sauriens des genres Ichthyosaurus et Plesiosaurus, si remarquables par leur taille et par leurs formes, disposés qu'ils sont à vivre constamment dans les eaux. Les uns avaient l'aspect d'un poisson, les autres étaient munis d'un long col, et pouvaient, comme les cygnes, tout en nageant à la surface, saisir au loin leur proie. Avec les Sauriens vivaient les premiers Ptérodactyles, autres Reptiles singuliers, qui, probablement riverains, puisqu'on les trouve dans les couches marines, avaient la faculté de voler au moyen de longues ailes ressemblant pour la forme à celles des chauves-souris. Un grand nombre de Poissons toujours cuirassés, des nouvelles familles Lépidotidées, Chimæridées, et Accipenseridées, se disputaient le domaine des mers, avec un grand nombre de Céphalopodes des genres Ammonites, Nautiles et Bélemnites; tandis que les côtes, avec tous les genres qui existaient dans les mers sinémuriennes, nourrissaient, de plus, les genres de coquilles *Pterocera*, *Ditremaria*, *Inoceramus*, *Hippopodium*; des Astéries, des Ophiures et autres Échinodermes, et quelques nouveaux genres de Foraminifères. Quelques plantes marines vivaient encore à cette époque.

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

Caulerpites? Nilsonianus, Sternb. Hœgau.

Sargassites septentrionalis, Sternb. Hœgau.

§ 1934. Les continents, avec des animaux terrestres probablement détruits, tels que des Insectes, peut-être des oiseaux, étaient couverts de nombreux végétaux, principalement des Fougères, des Cicadées et des Conifères, dont l'élégant feuillage devait en animer toutes les parties. Voici la liste des plantes qui nous paraissent dépendre de cet étage, prises parmi la flore du lias, donnée par M. Brongniart (1).

CHAMPIGNONS.

Xylomites zamitæ, Gœpp. Bamb.

Uromycetites? concentricus, F. Br. Bayr.

LICHENS.

Ramillinites lacerus, Munst. Bayr.

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Cyclopteris Brauniana, Gœpp. Bayr.

(1) Nous plaçons ici toutes les espèces que nous ne pouvons rapporter positivement ni à l'étage inférieur, ni à l'étage supérieur.

Neuropteris? trapeziphylla, F. Br. Bayr.
N.? alternans, F. Br. Bayr.
N. pachyrachis, Brong. Bamb. (Cyclopt. pachyrachis, Gœpp.)
Coniopteris Braunii, Gœpp. Bayr.
C. princeps, Sternb. Bayr.
C. patentissima, Gœpp. Bayr.
Pecopteris Braunii, Munst. Bayr.
P. Whitbiensis, Brong. Bayr.
Desmophlebis Rœsserti, Br. Bayr.
Tæniopteris Munsteri, Gœpp. Bayr.
T. vittata, Brong. Hoer. Bayr
T. major, L. et Hutt. Bayr.
T. scitaminea, Presl Bayr
T. obovata, F. Br. Bayr.
Phyllopteris Nilsoniana, Br. Hoer.
Sagenopteris elongata, Munst. Bayr.
Andriana Baruthina, F. Br Bayr.
Laccopteris Braunii, Gœpp Bayr.
Lac. germinans, Gœpp. Bayr.
Thaumatopteris Munsteri, Gœpp. Bayr.
Camptopteris crenata, Presl. Bayr. Cob.
C. Bergeri, Presl. Gob. Bayr.
C. Munsteri, Presl. Bamb. Bayr.
C. Nilsoni, Presl. Hoer. Cob.
Diplodyctium obtusilobum, F. Br. Bayr.

MARSILÉACÉES.

Pilularites Braunii, Gœpp. Bayr.
Baiera dichotoma, F. Braun. Bayr.

LYCOPODIACÉES.

Psilotites? robustus, Fr. Braun. Bayr.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum Munsteri, Sternb. Bayr.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES

Otozamites Bechii. Brong Angl.
Ot. obtusus, Brong. (L. et H.). Angl.
Ot. oblongifolius, Kurr. Wurtemb.
Ot. Mandelslohi, Kurr. Wurtemb.
Ot. acuminatus, Fr. Braun. Bayr.
Ot. brevifolius. Fr. Braun. Bayr.
Ot. Schmiedelii, Fr. Braun. Bayr.
Zamites distans, Sternb. Bamb.
Z lanceolatus, L. et Hutt. Bayr.
Z. heterophyllus, Presl. Bayr.
Z. gracilis Kurr. Wurtemb., et plusieurs espèces nouvelles, d'après Fr. Braun.
Ctenis Angusta, Fr. Braun. Bayr.
C. abbreviata, Fr. Braun. Bayr.
C. marginata. Fr. Braun. Bayr.
C ? inconstans, Fr. Braun. Bayr.
Pterophyllum majus, Brong. Hoer.
Pter. minus, Brong. Hoer.
Pter. lunularifolium, Gœpp Bayr.
Pter. dubium, Brong. Hoer.
Nilsoni contigua, Fr. Braun. Bayr.
Nil. elegantissima, Fr. Braun. Bayr.
Nil. intermedia, Fr. Braun. Bayr.
Nil. speciosa, Fr. Braun. Bayr.
Nil. brevis, Brong. Hoer.
Nil. Sternbergii, Gœpp.? Hoer.
Nil. elongata, Brong. Hoer.
Nil Bergeri, Gœpp. Cob. Quedlinb.
Cycadoidea pygmæa, L. et Hutt. Lyme Regis.
Cyc. cylindrica, Ung. Lunéville.

CONIFÈRES.

Brachyphyllum peregrinum, Br. Angl. Wurt. (Araucarites peregrina (L. et Hutt.).
Brach. mamillare? Brong. Bayr.
Brach. liasinum, Br. (Kurr.). Wurt.
Taxodites flabellatus, Gœpp
Palissya Braunii, Endl Angl.
Pinites ? elongatus, Endl. Angl.
Peuce Brauneana, Ung. Bayr.
Peuce Wurtembergica, Ung. Wurtemb.

**Monocotylédones douteuses.**
Poacites arundo Fr. Braun Bayr
P. paspalum, Fr. Braun. Bayr.
P. nardus, Fr. Braun. Bayr.
Cyperites scirpoides, Fr. Braun. Bayr.
Cyp. caricinus, Fr Braun. Bayr.
Cyp. typhoides, Fr. Braun. Bayr

§ 1935. Nous ne pouvons expliquer la fin de l'étage liasien que par une commotion géologique dont les traces seraient encore données, 1° par la discordance de stratification (§ 1916); 2° par la conservation des points littoraux, ce qui ne peut exister sans un affaissement (§ 1923); 3° par les traces de mouvement des eaux au commencement de l'étage suivant (§ 1946); et enfin 4° par les limites des faunes qui coïncident parfaitement avec ces éléments de vérité. Nous ne doutons pas que ces limites ne soient données, de plus, par une grande perturbation géologique qui a eu lieu loin d'Europe, les seuls points sur lesquels nous connaissions la disposition géologique des étages. Si, en effet, les discordances sont les causes de séparation pour tous les étages précédents, ce que nous croyons avoir prouvé, il ne peut rester de doute pour les étages dont les discordances ne sont pas encore connues; car les deux tiers du monde terrestre le sont peu ou point.

## 9e Étage : TOARCIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Teredo*, *Pholas*.

*Règne* des genres *Mistriosaurus*, *Ptycholepis*, *Belemnosepia*, *Thecocyathus*.

*Zone* des *Ammonites bifrons* (Valcotii) et *serpentinus*, du *Belemnites irregularis*, du *Turbo subplicatus*, du *Leda rostralis*, de l'*Ostrea Knorrii*, du *Pentacrinus vulgaris*, du *Thecocyathus mactra*.

§ 1936. **Dérivé du nom.** Les motifs qui nous ont déterminé, pour les deux étages précédents, à ne conserver aucun des noms qui avaient seulement pour base la composition minéralogique, parlent plus haut encore pour celui-ci. On voit, du reste, par la synonymie, combien ce caractère trompeur a fait varier l'opinion des géologues à son égard, et combien il serait difficile de conserver un nom qui eût une application générale. C'est dans le but de ramener les choses à leur véritable horizon que nous avons, depuis quelques années, désigné cet étage comme *lias supérieur*, et que nous croyons devoir, aujourd'hui, lui substituer le nom d'*étage toarcien*, la ville de Thouars, *Toarcium* (Deux-Sèvres), nous en ayant offert un si bel et si riche développement dans ses environs, que ce point peut être regardé, dès lors, comme étalon, comme point type.

§ 1937. **Synonymie.** Nous la diviserons suivant ses dérivés.

*Suivant la position stratigraphique*, c'est le *lias supérieur*, d'Orb.,

(1842); l'*upper-lias-shale* (partie), de M. Philipps; l'*étage supérieur du lias*, de M. Thirria.

*Suivant les fossiles*, c'est le *Posidonien-Schiefer* (le schiste à Posidonie), de Rœmer; partie du *Schwarzer-Jura* (Jura noir) de M. Schmidt; les *marnes à Posidonies*, de M. Mathéron.

*Suivant la composition minéralogique*, ce sont : l'*oolithe ferrugineux*, de M. Thurmann, mais non des géologues normands; les *marnes supérieures du lias*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; le *grès supraliasique*, de M. Simon; le *lias E.*, et partie du *brauner Jura* (Jura brun), de M. Quenstedt; l'*Opalinusthon*, partie du *Jura brun*, de M. Schmidt; les *marnes bitumineuses sans bitumes*, les *schistes bitumineux*, de M. Charbant; l'*alun-shale*, ou *withby-shale*, des Anglais.

*Type français*, à Thouars (Deux-Sèvres); à Vassy (Yonne); type anglais, à Withby; type allemand, à Aalen.

§ 1938. **Limites stratigraphiques.** L'étage toarcien, quelquefois isolé, le plus souvent, en France, sur l'étage liasien, commence immédiatement au-dessus de la zone à *Ostrea cymbium*, et se continue quelquefois, avec une grande puissance, jusqu'aux premières couches de l'étage bajocien, toujours faciles à distinguer par leurs fossiles. Dans l'est de la France, à Lyon, à la Verpillière, à Saint-Quentin, dans l'Isère, l'Ain, le Jura, sur le versant occidental des Vosges, près de Langres, les dernières couches de l'étage toarcien sont, partout, composées d'oolithe ferrugineux, ou même de fer limoneux ou hydraté, contenant, à la fois, un nombre considérable d'Ammonites de diverses espèces, et d'autres fossiles mélangés succédant à des couches généralement argileuses. Cet horizon minéralogique, très-prononcé sur tous ces points, limite les dernières couches toarciennes; mais ces limites sont variables sur les autres points.

§ 1939. **Extension géographique.** (Voyez étage 9e de notre carte, *fig.* 408.) A mesure que nous nous élevons dans les couches jurassiques, les horizons deviennent plus marqués et prennent une plus grande extension. Si, en effet, nous avons trouvé quelques points du littoral des anciennes mers jurassiques, à l'est du massif Breton, dépourvus des étages sinémurien et liasien, nous voyons l'étage toarcien combler beaucoup de ces lacunes et de plus recouvrir, partout où nous les avons signalés, les deux étages précédents. Les lignes géographiques que nous allons suivre en France le prouveront surabondamment.

Faisons, d'abord, le tour du plateau central. On trouve l'étage toarcien dans la Creuse; dans le Cher, sur tous les coteaux plantés de vignes, aux Grands-Villages, chemin du Belveder, et à Pertusin, près de Saint-Amand-Montrond. Il forme, ensuite, une série puissante de couches qu'on peut suivre presque sans interruption dans l'Yonne, où il compose

les couches exploitées comme ciment à Vassy, et la base de la montagne de la Mangeoire; dans la Côte-d'Or, à Villenotte, à Mussy-la-Fosse, près de Semur; à Chevigny, sur les hauteurs de Pouilly, à Gevercy, au sud-ouest de Dijon, etc., où il forme le sommet des coteaux, sous les premières couches bajociennes. Après l'avoir perdu, on le retrouve dans le département de Saône-et-Loire, où il a un développement immense; à Saint-Julien-de-Cray près de Charolles si bien exploré par M. Raquin), à Villefranche; dans le Rhône, à Moiré, à Saint-Fortunat et au Mont-d'Or, près de Lyon. On le revoit encore par bandes plus ou moins larges et quelquefois interrompues dans le département de l'Ardèche, près de Largentière, au Mont-Charray; dans le Gard, il suit une ligne N.-N.-E. à Anduze, à Saint-Jean, à Saint-André, à Cezat, près de Darfort; il se montre sur plusieurs points de ce golfe si remarquable des mers jurassiques, dans le département de la Lozère, à Mende, à Soussignols, à Vallat-de-Lavalette, à Marvejols, où sa puissance est extrême; dans le département de l'Aveyron, sur les hauteurs de Milhau, en face du château de Cressel, à Clapier, et de là jusqu'à Saint-Affrique, et bien plus au sud-est; dans l'Hérault, à Montpellier. Il semble ensuite border encore le plateau au sud-ouest. près de Figeac, de Gramat (Lot); au pont de Chantrezac, à l'ouest de Cheroniès (Charente), en fermant pour ainsi dire le cercle autour du plateau central.

Nous en avons reconnu des lambeaux dans le département de l'Aude. Il forme la partie supérieure de la montagne où est bâti le château d'Aguilard, en face de Tuchant, et se continue entre Donneneuve et Nouvelle, d'un côté, et sur les couches carbonifériennes de Durban de l'autre. Un autre existe à l'est d'Aix (Bouches-du-Rhône); un troisième à l'ouest de Cuers, sur la route de Brignoles; ces deux derniers autour de l'ilot du Var

Sur le versant occidental des Alpes, il repose partout sur les deux étages précédents; nous croyons qu'il existe à Grasse (Var) sous les autres étages jurassiques; et nous l'avons reconnu avec ses fossiles, dans les Basses-Alpes, près de Chaudon; et de là, sans interruption, à Entrage, aux Dourbes, à Lachappe, et presque jusqu'à Digne, à Beaumont.

Il forme une bande très remarquable par sa composition minéralogique, à l'ouest de la chaîne du Jura, à Bourgoin, et surtout à Saint-Quentin, près de la Verpillière (Isère), où il s'exploite comme minerai de fer; aux environs de Saint-Rambert; entre Crepia et Intria (Ain); à Maynal, près de Lons-le-Saulnier, à Briarne, à Arèsches, à Pinperdu, au Mont-Servant, près de Salins (Jura); à Jean-de-l'Eau, à Marne, à Pouilly-les-Vignes, près de Besançon, et à Peux (Doubs).

On le retrouve encore à l'est et à l'ouest des Vosges, et nous citerons, à cet égard, les localités suivantes : à l'est, le Bas-Rhin, Gundershoffen,

Urwiller, Bouxwiller; à l'ouest des deux étages précédents, il forme, partout une large bande non interrompue. On la voit dans la Haute-Saône, à Aiseley; dans la Haute-Marne, à Baissey, à Haut-Versailles, à Langres, à Aignay-le-Duc, à Rolampont, près de Chaufour, de Clerfmont, etc; dans les Vosges; dans la Meurthe, près de Ludres, d'Essay, de Bouxières-aux-Dames, de Villers-les-Nancy, près de Nancy; dans la Moselle, près de Metz, de Thionville à Arcy; dans la Meuse, à Montmédy, à Grand-Verneuil; dans les Ardennes, nous l'avons rencontré entre Launoy et Mézières, assez près de cette dernière ville.

Le pourtour oriental du massif breton présente cet étage bien plus complet que les deux précédents. Nous l'avons rencontré partout dans le Calvados, à Sainte-Honorine, Subles, Agy, Évrecy, Landes, Amayé-sur-Orne, Curcy, Trois-Monts, Croisilles, etc. Dans la Sarthe, au nord-est de Mamers, de Conlie, à Brullon, Chevillé, Poellé, Parée, Avissé, Asnière et Avoise. Après avoir été recouvert par les terrains crétacés de la Loire, on le voit reparaître, avec un grand développement, dans les Deux-Sèvres, sur les bords du Thouet, à Missé, à Doret, et surtout à Verrine, près de Thouars; partout aux environs de Saint-Maixent et de Niort; dans la Vienne, à Lusignan; dans la Vendée, principalement à Pissot, près de Fontenay, et bien plus à l'ouest.

En Angleterre, l'étage forme la continuité des couches de la Normandie. On le voit partout et régulièrement à l'est de l'étage liasien, depuis Lime-Regis, dans le Dorsetshire, en suivant une ligne N.-N.-E., par le Somersetshire, le Gloucestershire, le Worcestershire, le Warwick, le Leicestershire, le Nottingham, le Lincolnshire jusqu'au Yorkshire, où il va s'achever à Withby.

En Allemagne et dans le Wurtemberg, l'étage est non moins développé, à Mistelgau, à Waldenheim, à Bahlingen, à Rottweil, à Altdorf, à Bayreuth, à Schwarzach, à Amberg, à Bunde, à Ohmden, à Holzmaden, à Boll, à Metzingen, à Aalen, etc., etc. En Suisse, il existe à Bex, à Cressel, à l'Aigle, près de Fenulet; à Vevay (Vaud), à Walden bourg, à Erschwyl (Soleure); au Mont-Terrible, près de Porentruy (Berne), à Laufenbourg, dans l'Argovie. Nous l'avons parfaitement reconnu par ses nombreux fossiles caractéristiques rapportés par M. de Collegno, de la Lombardie, à Erba, à Belladgio, près du lac de Como, où ils sont composés d'un calcaire rouge.

§ 1940. **Stratification.** (Voyez l'étage 9 de nos coupes, *fig.* 393, 409, 416, 424). Ce que nous avons dit à l'étage liasien (§ 1915), par rapport à la stratification concordante, s'applique, en tout point, à l'étage toarcien. Partout où nous avons signalé, en France, l'étage précédent, celui-ci repose dessus, en stratification concordante, et en suit les pentes ou les dislocations. Il conserve la même strati-

fication, en France, sur les deux versants des Vosges, au pourtour du plateau central, autour du massif de la Bretagne, dans les Alpes, le Jura, etc. Il en est de même sur tous les points d'Angleterre. En Allemagne, dans le Wurtemberg, en Suisse, etc., etc. On a donc la certitude que cet étage a succédé régulièrement à l'étage liasien qu'il recouvre, et que, dans l'ordre chronologique, il est plus moderne.

§ 1941. **Discordances.** Nous avons donné à l'étage précédent (§ 1916) les limites inférieures, qui nous sont fournies par des discordances d'isolement et de dénudation. Nous regardons comme des discordances d'isolement le manque de l'étage bajocien sur l'étage toarcien, au château d'Aguilar, près de Tuchant et à Durban (Aude) ; car il est certain que, si ce point était resté sur le même niveau que les lieux si nombreux où il y a concordance de stratification, l'étage bajocien s'y serait déposé. Il y a donc eu surélévation de ce lambeau toarcien de Tuchant, entre la fin de cet étage et les premiers dépôts bajociens, ce qui, pour nous, équivaut à une discordance. Nous regardons encore comme discordance les dépôts littoraux des deux étages superposés à Sainte-Honorine, à Moutiers, à Saint-Maixent, etc. § 1950), et les traces du mouvement des eaux que nous avons citées dans les Alpes (§ 1951), comme discordances de dénudation.

§ 1942. Relativement aux *parties peu disloquées*, nous n'avons qu'à répéter, pour cet étage, ce que nous avons dit à l'étage précédent (§ 1917). Il en est de même des parties très disloquées des Alpes et de la Provence Ces deux étages suivent, en tout, les mêmes allures sur les points où ils sont superposés.

Saint-Savinien. Taillant. Bignay. Saint-Jean-d'Angely. Le Pin. Lonlay. Tout-y-Faut. Villeneuve. Belleville. Beauvoir. Gript. Niort.

*Fig.* 424. Coupe de Niort (Deux-Sèvres), à Saint-Savinien (Charente-Inférieure).

§ 1943. **Composition minéralogique.** Si la nature minéralogique des couches a fait commettre quelques erreurs pour l'étage liasien, elle a bien plus encore fait méconnaître l'horizon géologique toarcien. En effet, lorsqu'il s'est présenté sous la forme d'argile grise ou noirâtre, comme au centre et au nord de la France, il a été classé dans le lias; tandis que sa nature plus ou moins ferrugineuse, comme dans l'est et dans le Jura, l'a souvent fait considérer, à tort, comme de l'oolithe inférieur. Nous allons, du reste, donner quelques exemples de cette variation extrême de composition minéralogique des couches contenant, sur tous les points, une faune identique et la mieux caractérisée. L'étage toarcien se montre dans les Alpes françaises, à Entrage, à Tuchant (Aude), dans l'Aveyron, dans le Lot, dans la Lozère, l'Ardèche, sous la forme de calcaires argileux ou marneux noirâtres, feuilletés ou non, contenant souvent des rognons plus durs, par couches plus ou moins faciles à s'altérer et à se décomposer à l'air. Dans les départements de Saône-et-Loire, de l'Yonne, de la Côte-d'Or, près de Saint-Maixent et de Niort (Deux-Sèvres) ; de Chevillé, d'Asnières (Sarthe), et dans le Calvados, ce sont des calcaires argileux gris ou jaunâtres se décomposant facilement, et se présentant souvent sous l'aspect de marne employée comme engrais; à Thouars, c'est une succession variable d'argile, de calcaire, et même de grès ferrugineux. Auprès de Langres, cette succession de couches est également très-variable. Aux environs de Lyon, une des couches est formée d'un calcaire oolithique ferrugineux compacte ; dans le Jura et dans l'Isère, comme à Langres, les couches supérieures sont ou composées d'oolithe ferrugineux très-riche en minerai, ou, comme à Saint-Quentin et à la Verpillière, d'un fer limoneux hydraté exploité sans lavage, et formant un horizon bien marqué, sans doute la continuation des couches oolithiques de Langres, de Lyon, de Salins. Sous cet aspect, il a été fréquemment pris pour de l'oolithe ferrugineux. En Allemagne et en Angleterre, cet étage est, le plus souvent, composé d'argile ou de calcaire marneux feuilletés et à rognons. A Erba, près de Como (Lombardie), c'est une succession de calcaire noirâtre, feuilleté, recouvert par des calcaires rouges, ferrugineux, assez voisins des couches de Saint-Quentin (Isère), pour l'aspect minéralogique. Aux environs de Metz, une partie est formée de grès.

Si l'étage toarcien varie de nature minéralogique suivant les lieux, il ne varie pas moins dans les couches superposées d'un point déterminé; et, pour qu'on puisse se faire une idée de cette variation, nous allons en citer deux exemples entre tous ceux qui ont été observés.

§ 1944 Nous prendrons notre premier exemple près de Thouars, où nous avons reconnu le plus beau développement de l'étage, principalement à

Verrine, où les exploitations journalières montrent de belles coupes naturelles. Nous prendrons notre second exemple près de Langres, où les couches ont été observées par MM. Babeau et Simmonel. Nous allons mettre ces deux séries de couches en parallèle.

| THOUARS (DEUX-SÈVRES). | LANGRES (HAUTE-MARNE). |
|---|---|
| *l*. Couche puissante de calcaire très-blanc, argileux, contenant du silex, avec *Belemnites tripartitus*. | |
| *k*. Calcaire et argile ferrugineuse avec l'*Am. Jurensis*. | |
| *j*. Bancs alternatifs d'argile bleue et de calcaires passant à la partie supérieure à l'argile ferrugineuse, avec *A. insignis*, *B. irregularis*. | *j*. Minerai de fer oolithique exploité avec *A. radians*, etc. |
| *i*. Argile bleue, avec *B. tripartitus*, *A. variabilis*, *radians*. | *i*. Argile micacée, *B. tripartitus*, *A. serpentinus*. |
| *h*. Calcaire grenu, gris, avec *A. Thouarsensis*, etc. | *h*. Argile micacée alternant avec des plaquettes de grès jaunâtres. |
| *g*. Calcaire compacte, presque sans fossiles. | *g*. Marne calcaire saccharoïde en plaquettes et polypiers. |
| *f*. Couche mince d'argile ferrugineuse, pétrie d'*A. serpentinus*. | *f*. Argile bitumineuse. |
| *e*. Couche puissante de calcaire grésiforme, exploité pour pierre de taille. | *e*. Argile avec *B. tripartitus*, *A. bifrons*. |
| *d*. Couche feuilletée saccharoïde, avec *A. bifrons*. | *d*. Calcaire bleu bitumineux en feuillets. |
| *c*. Couche épaisse de calcaire jaune avec quelques grains de quartz. C'est la première assise de l'étage toarcien. | *c*. Calcaire lumachelle opaque, avec avicules. |
| | *b*. Calcaire lumachelle cristallin. |
| *a*, *b*. Poudingue, brèches, et grès grossiers à gros grains de quartz, C'est le seul vestige de l'étage liasien caractérisé par les fossiles. | *a*. Calcaires jaunâtres ou noirâtres. Étage liasien. |

D'après ce qui précède, on peut s'assurer que le caractère minéralogique, pris généralement ou partiellement, ne peut, en aucune manière, servir à reconnaître et à limiter l'étage qui nous occupe, puisque,

d'un côté, les couches les plus supérieures sont formées de calcaires blancs comme de la craie, contenant, comme elle, des silex; tandis que, de l'autre, ce sont des roches oolithiques tellement ferrugineuses, qu'elles sont exploitées comme minerai de fer.

§ 1945. **Puissance connue.** Sur quelques points du Cher, de la Côte-d'Or, de la Lozère et de l'Aveyron, surtout à Marvejols, nous avons trouvé plus de 150 mètres de puissance à l'étage.

*Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.* Des zones de profondeur dans les mers nous paraissent parfaitement indiquées par les fossiles de cet étage.

§ 1946. Quand on voit à Thouars, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres); à Fontenay (Vendée), les premiers dépôts de l'étage toarcien se composer de matériaux de nivellement, tels que cailloux quartzeux, ou bien de détritus granitiques qui ont formé les arkoses, on pourrait les attribuer à l'effet de la perturbation finale de l'étage liasien, qui a commencé par niveler tous les matériaux libres avant de déposer des restes organisés.

§ 1947. **Points littoraux des mers.** L'incroyable abondance des coquilles flottantes, telles que des Ammonites, des Nautiles, des animaux entiers et des bois flottants qui n'ont pu se déposer que sur les rivages, au niveau supérieur du balancement des marées (§ 85), nous font croire que les points suivants étaient, certainement, des points littoraux de l'ancienne mer toarcienne. Nous les trouvons, d'abord, au pourtour du plateau central, aux coteaux du Belvédère, près de Saint-Amand (Cher); à Vassy (Yonne); à Chavigny, à Mussy, à Villenote, à Dijon (Côte-d'Or); à Saint-Julien-de-Cray (Saône-et-Loire); aux environs de Lyon; dans l'Ardèche, à Fressac; à Anduze (Gard); à Mende (Lozère); à Milhau, à Clapier (Aveyron); à Cheronies (Charente). Autour des Vosges, à Aiselay (Haute-Saône); aux environs de Langres (Haute-Marne); aux environs de Nancy (Meurthe); à Mulhouse (Haut-Rhin); à Gundershoffen, à Uhrwiller (Bas-Rhin). Sur le versant du Jura, à Saint-Rambert, entre Crépia et Intria (Ain); à Briarne, à Mont-Servant, près de Salins; à Lons-le-Saunier (Jura); à Montfaucon, près de Besançon, à la Chapelle-des-Buis, près de Moore (Doubs). Sur le versant des Alpes françaises, nous le trouvons à Beaumont, à Entrages (Basses-Alpes); à Saint-Quentin, à la Verpillière (Isère). Le pourtour du massif breton n'est pas moins bien partagé sous ce rapport. On trouve des dépôts littoraux, superposés sur les dépôts littoraux de l'étage précédent, à Vieux-Pont, à Landes, à Croisilles, à Évrecy (Calvados). Des dépôts littoraux se voient encore à Asnières, à Chevillé (Sarthe); à Thouars, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres); à Fontenay (Vendée).

En Angleterre, on peut également suivre les points côtiers depuis

Lyme-Regis jusqu'à Withby. En Allemagne, dans le Wurtemberg, à Ohmden, à Holzmaden, à Boll, à Metzingen, à Aalen, à Banz, à Stinfenberg. En Suisse, dans le canton de Vaud, à Bex, à Cressel et à Vevay. Dans la Lombardie, à Erba, sur les bords du lac de Como. Les argiles noirâtres des environs de Milhau représentent, certainement, un ancien golfe ; car ce genre de dépôts ne se forme aujourd'hui que dans ces conditions (§ 86).

La disposition de ces dépôts côtiers par lits souvent répétés, par feuillets plus ou moins épais, annonce même d'une manière certaine que ces dépôts étaient, sur beaucoup de points, soumis à toutes les perturbations naturelles (§ 88), telles que les marées d'inégale valeur, de coups de vent, etc. Sans ces effets que nous connaissons dans nos mers, on ne pourrait expliquer ces dépôts qu'on trouve en France sur un grand nombre de points, tels que Saint-Amand (Cher), à Vassy (Yonne), à Entrages (Basses-Alpes), etc., etc.; et à Omhden, en Allemagne.

§ 1948. **Points sous-marins voisins des côtes.** Par le manque presque complet de corps flottants, par l'abondance des coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, on doit croire que les points suivants se sont déposés au-dessous du balancement des marées, mais à une médiocre profondeur, au château de Vialat, ou d'Aguilar, près de Tuchant (Aude). Dans les Alpes, aux Dourbes (Basses-Alpes), autour du massif breton, on trouve ces points souvent peu éloignés des lignes littorales, comme en descendant de Brulon vers Mareuil, non loin de Chevillé (point littoral) ; au nord-ouest de Mamers (Sarthe); les couches situées au nord de Saint-Maixent (Deux-Sèvres); les couches inférieures de Pisot, près de Fontenay (Vendée); les environs de Lusignan (Vienne).

*Points profonds des mers toarciennes.* Par le manque presque complet des fossiles on doit croire que presque tous les points des Alpes compris entre Grasse (Var) et Chaudon (Basses-Alpes) se sont déposés sur des régions profondes des mers. Il en est de même des environs de Marvejols (Aveyron). Les couches qui renferment, à Boll (Wurtemberg), de si beaux échantillons de Pentacrinus entiers n'ont pu se former qu'à de grandes profondeurs marines.

§ 1949. L'examen particulier des localités, comme à Thouars (§ 1944) et à Langres, montre qu'un laps considérable de temps a dû se passer durant la formation de ces couches. On y voit encore des changements considérables de nature de dépôts déterminés, probablement par des périodes plus ou moins prolongées de repos ou d'une plus ou moins grande agitation des mers, qui déterminent les couches argileuses ou marneuses, et les couches de calcaire grenu ou grésiforme. On y voit, de plus, que des perturbations, dépendant sans doute encore des causes actuelles, y ont amené, par bancs, ces myriades d'Ammonites d'une seule espèce, qui formait des couches entières sur une immense surface.

§ 1950. **Oscillations du sol.** Nous ne savons si l'on doit attribuer la conservation des points côtiers à des oscillations locales du sol (§ 1755) ; ou si cette conservation tient à la perturbation finale de l'étage (§ 1923). Des oscillations locales peuvent, en effet, avoir déterminé des affaissements partiels; et, par suite, le recouvrement des côtes par des sédiments, qui les ont empêchées d'être détruites par l'action des agents atmosphériques extérieurs, comme nous les retrouvons sur tous les points littoraux de ces anciennes mers ; et de simples oscillations suffiraient pour expliquer les faits connus, à Vieuxpont (Calvados).

§ 1951. **Perturbation finale de l'étage.** D'un autre côté, si les simples oscillations du sol suffisent pour expliquer la conservation de ces points littoraux, il est des circonstances où nous retrouvons les signes certains de la perturbation géologique finale de l'étage. Dans cet étage, comme pour le précédent (§ 1914), à Sainte-Honorine, à Moutiers (Calvados), à Saint-Maixent (Deux-Sèvres), à Pisot, près de Fontenay (Vendée), à Chaudon (Basses-Alpes), nous voyons, l'un sur l'autre, dans la même carrière ou dans le même escarpement, un dépôt littoral fait au niveau supérieur des marées, et un dépôt identique de l'étage bajocien, caractérisés par leurs nombreuses coquilles flottantes d'Ammonites. Ce fait, constaté sur plusieurs points, indique, certainement, qu'à la fin de l'étage toarcien un affaissement a eu lieu, de manière à placer à un niveau moins élevé les dépôts côtiers de cette époque, sur lesquels s'est ensuite déposée la nouvelle ligne des marées de l'étage suivant. Ce fait serait, pour nous, l'équivalent d'une discordance, puisqu'il dépendrait d'un fait identique, c'est-à-dire d'un changement de niveau sur la côte, déterminé par un affaissement.

Nous avons observé, sur deux points très-éloignés de France, des faits très-importants qui, tout en limitant les dernières couches de l'étage toarcien, annoncent qu'elles étaient déjà consolidées lorsque les premières couches de l'étage bajocien se sont déposées; faits d'autant plus curieux qu'ils coïncident avec les limites des faunes et avec les dépôts ferrugineux d'autres points. Au-dessous de Sainte-Honorine, dans le Calvados, on voit, au bord de la mer, que les dernières couches de l'étage toarcien composé de calcaires bleus, souvent remplis de silex noir, ont été usées, corrodées à l'état solide, lorsque les premières couches ferrugineuses de l'étal bajocien les ont recouvertes. Près d'Entrages (Basses-Alpes) (route de Chaudon à Digne), nous avons obtenu un fait de même nature. Là, les dernières couches, pétries d'*Ammonites bifrons*, ont été de même usées et corrodées par les eaux avec les fossiles consolidés qu'elles renferment, avant de recevoir les premiers dépôts de l'étage bajocien, sur ce point formés d'argile noirâtre. Ces deux faits annoncent qu'un mouvement violent des eaux s'est manifesté pendant

un laps de temps assez considérable pour user la roche, entre la fin de la période toarcienne et la première animalisation si différente de l'étage bajocien. Ce serait, dès lors, un résultat visible de la perturbation finale qui a interrompu la durée de l'étage toarcien.

En résumé, comme moteurs de la séparation nette de l'étage, nous avons : 1° les discordances réelles ; 2° les deux côtes (au niveau des marées) superposées sur le même point et comme résultat de ce double moteur : d'abord l'usure de la roche de l'époque toarcienne avant les premiers dépôts de l'étage suivant, puis l'anéantissement complet de la faune, comme les faits paléontologiques le démontrent.

§ 1952. **Caractères paléontologiques.** Nous ferons remarquer que le caractère dominant de cette faune est un caractère d'ensemble, d'analogie, de formes, de *facies* générique, avec l'étage précédent, à côté d'une disparité complète des espèces. Nous avons cependant encore des genres pouvant nous donner des limites géologiques.

§ 1953. **Caractères négatifs tirés des genres.** L'étage toarcien diffère de l'étage liasien par l'absence du genre *Cardinia*, qui, né dans les terrains paléozoïques, s'est éteint, pour toujours, dans l'étage liasien, sans arriver à celui-ci. Nous avons, pour distinguer l'étage toarcien de l'étage bajocien, les genres qui manquaient encore dans le premier et ne paraissent qu'avec l'étage bajocien. Ces genres sont ainsi répartis : parmi les Poissons, 2 genres ; parmi les Mollusques gastéropodes, les 4 genres de notre tableau n° 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 6 genres de notre tableau n° 8 ; parmi les Mollusques brachiopodes, le genre *Thecidea* de notre tableau n° 9 ; parmi les Mollusques bryozoaires, les 8 genres de notre tableau n° 10 ; parmi les Échinodermes, les 10 genres de nos tableaux n° 11 et 12 ; parmi les Zoophytes, les 7 genres de notre tableau n° 13 ; parmi les Foraminifères, le genre *Conodictyum*, de notre tableau n° 14 ; parmi les Amorphozoaires, les 3 genres de notre tableau n° 15. Ainsi, nous aurions encore, malgré les rapports d'ensemble, 42 genres, pouvant donner des caractères négatifs entre l'étage toarcien et l'étage bajocien, ou 43 genres donnant des caractères négatifs avec les étages supérieurs et inférieurs.

§ 1954. **Caractères positifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage toarcien de l'étage antérieur, nous avons tous les genres suivants qui, nés avec l'étage qui nous occupe, manquent encore dans l'étage précédent. Ils sont ainsi distribués : parmi les Reptiles, les genres *Mistriosaurus*, *Macrospondylus* et *Pelagosaurus* ; parmi les Poissons, les genres *Ptycholepis*, *Aspidorynchus* ; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Loligo*, *Teudopsis*, *Belemnosepia*, *Beloteuthis* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Teredo* et *Pholas* ; parmi les Zoo-

phytes, les genres *Axosmilia* et *Thecocyathus*; parmi les Foraminifères, les genres *Vaginulina* et *Webbina*. Ces genres sont au nombre de 15 et sont autant de caractères positifs pour séparer les deux étages.

§ 1955. Les genres qui naissent et meurent dans l'étage toarcien nous donnent encore des caractères positifs pour en distinguer l'étage bajocien, où ces genres ne passent pas, au moins d'après les connaissances actuelles. Voici ces genres, au nombre de 9 : parmi les Reptil s, les genres *Mistriosaurus*, *Macrospondylus* et *Pelagosaurus*; parmi les Poissons, le genre *Ptycholepis*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Teudopsis*, *Belemnosepia* et *Beloteuthis*; parmi les Zoophytes, les genres *Axosmilia* et *Thecocyathus*. On peut y joindre les genres *Conularia* et *Spiriferina*, qui s'y éteignent également.

§ 1956. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Rien de plus certain que les caractères tirés des espèces pour l'étage toarcien. En effet, comme on pourra le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (1), les 288 espèces que nous y mentionnons, pour les animaux mollusques et rayonnés seulement, sont toutes (§ 1613) caractéristiques, une seule exceptée, attendu que. jusqu'à présent, elles sont spéciales à l'étage et ne passent pas dans l'étage suivant. Ce chiffre est indépendant des plantes, des espèces d'animaux vertébrés et annelés, qui n'abondent pas moins durant cette époque. Il en est pourtant, parmi ces espèces, de plus largement répandues, que nous croyons devoir signaler de préférence; car elles prouveront, par les localités indiquées dans le Prodrome, pourquoi nous avons réuni à l'étage les espèces contestées du lac de Como (2), et celles de Bex et de Cressel (Vaud).

MOLLUSQUES.

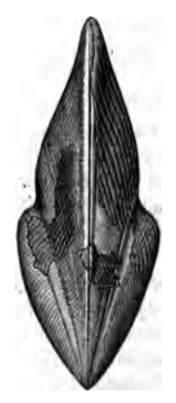
| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Belemnites irregularis. | 20 |
| * — canaliculatus. | 22 |
| * Ammonites serpentinus. | 28 |
| * — bifrons. | 29 |
| * — Comensis. | 30 |
| — radians. | 31 |
| * — Levesquei. | 32 |
| * — mucronatus. | 42 |
| * — Requinianus. | 44 |
| * Ammonites heterophyllus. | 47 |
| * — Mimatensis. | 48 |
| * — sternalis. | 49 |
| * — insignis. | 50 |
| * — Calypso. | 57 |
| Turbo subduplicatus. | 78 |
| — capitaneus. | 77 |
| Cerithum armatum. | 126 |
| Pholadomya decorata. | 150 |
| * — subangulata. | 153 |

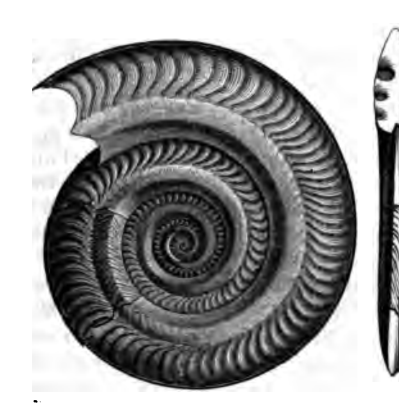
(1) Voyez, pour les figures de toutes les espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*.

(2) Les espèces que nous avons positivement reconnues parmi les espèces du lac de Como sont, dans la liste suivante, marquées d'un astérisque. On voit par leur nombre qu'il ne peut exister de doutes sur leur âge parfaitement toarcien.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| * Leda rostralis. | 174 | Ostrea Knorrii. | 260 |
| Astarte subtetragona. | 182 | Rhynchonella tetraedra. | 265 |
| — Voltzii. | 181 | ANIMAUX RAYONNÉS. | |
| Unicardium uniforme. | 200 | Pentacrinus Bollensis (Briareus). | 275 |
| Cardium subtruncatum. | 2 2 | — vulgaris. | 276 |
| Lima gigantea. | 221 | Thecocyathus mactra. | 280 |
| Posidonomya Bronnii. | 236 | | |

La plupart des espèces sont répandues dans toutes les couches, depuis les plus inférieures jusqu'aux supérieures; mais l'*Ostrea Knorrii*





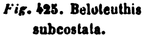


*Fig.* 425. Beloteuthis subcostata.

*Fig.* 426. Ammonites bifrons.

se trouve plus particulièrement dans les couches supérieures, et, dans beaucoup de cas, peut servir à reconnaître les dernières limites supérieures de l'étage. Voici quelques exemples de la faune de cette époque (*fig* 425 à 427).

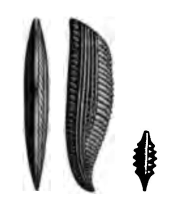


*Fig.* 427. Marginulina harpula.

§ 1957. **Chronologie historique.** A la fin de l'étage précédent, par suite d'une perturbation géologique (§ 1935), se sont éteints avec les 65 espèces de plantes connues (§ 1934), avec 11 (§ 1928) genres d'animaux de toutes les classes, 300 espèces d'animaux mollusques et rayonnés (§ 1929). Après l'agitation causée par cette révolution terrestre, ont paru sur la terre, avec le calme de la nature, 15 genres d'animaux inconnus jusqu'alors, et en animaux

mollusques et rayonnés seulement 288 espèces, qui, avec les autres séries animales et les plantes, ont dû animer cette neuvième période d'existence.

§ 1958 Les mers de l'époque toarcienne (*voyez* étage 9 de notre carte, *fig.* 408) n'ont pas changé en Europe; quelques parties exhaussées au pourtour de la mer anglo-parisienne, à la fin de l'étage liasien, ont bien repoussé la mer un peu vers l'ouest; et le littoral anglais de cette mer se serait avancé un peu vers l'est; mais, sauf ces changements de peu d'importance, nous retrouvons, partout, la même circonscription, en France et en Angleterre (§ 1930). Tels sont, au moins, les résultats auxquels nous conduisent les points littoraux que nous avons reconnus par les corps flottants, qui dénoteraient que les mers anglo-parisiennes, méditerranéennes et pyrénéennes sont restées dans leurs mêmes lits.

§ 1959. Les continents étaient encore les mêmes qu'à l'étage précédent (§ 1931), à très peu d'exceptions près. Nous ne voyons, en effet, que quelques nouveaux atterrissements à l'est de l'Angleterre et tout autour de la mer parisienne. Seulement aux ilots déjà émergés sur quelques points des Alpes, vient s'en joindre un autre, qui se trouverait entre Chaudon et Entrages (Basses-Alpes), où nous voyons des dépôts côtiers évidents, marqués par les coquilles flottantes (§ 1947).

§ 1960. Les mers nourrissaient, avec beaucoup d'espèces des genres de Reptiles déjà cités, des *Mistriosaurus*, des *Macrospondylus* aux formes bizarres qui, probablement, habitaient les rivages maritimes. Avec beaucoup de Poissons vivaient un grand nombre de Mollusques nageurs, tels que Bélemnites, Ammonites, Nautiles, et beaucoup de coquilles littorales, au milieu desquelles nous voyons, pour la première fois, apparaître des Pholades et des Tarets, dans les bois jetés sur la côte. Parmi les Zoophytes et les Foraminifères, plusieurs genres nouveaux viennent augmenter la faune. Les Ammonites de cette époque sont souvent caractérisées par une quille au pourtour, cette disposition dominant au milieu des formes diverses de ces singulières coquilles. Il existait encore quelques plantes marines, que nous empruntons à M. Brongniart.

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

Phymatoderma granulatum, Brong. Boll.
? P. Leymerianum, Brong. Aube.
P. cretaceum, Sternb. (Chondrites). Boll.
Chondrites gernuinus, Sternb. Boll.
C. Bollensis, Kurr. Boll.

Les continents ne nous ont laissé que peu de traces des animaux et des plantes qui devaient les habiter. Ces êtres étaient, sans doute, voisins de ceux des époques antérieures; mais nous ne connaissons positivement

que les plantes suivantes, données par M. Brongniart à la flore du lias.

CONIFÈRES.

Peuce Lindleyana, With. Whitby.
P. Huttoniana, With. Whitby.
? P. Eggensis, With. Hébrides.
? P. Jurassica, Endl. Pologne.

§ 1961. Pour expliquer la fin de l'époque toarcienne, indépendamment des dislocations lointaines du sol, qui correspondent probablement à cette époque, nous avons des discordances de stratification (§ 1941) ; des points littoraux au niveau des marées d'alors, recouverts par des points littoraux de l'époque suivante, ce qui annoncerait un mouvement d'affaissement ; plus, la consolidation et l'usure des couches supérieures, avant les premiers dépôts de l'étage bajocien (§ 1951); et enfin, l'anéantissement de cette faune : faits qui concourent à prouver qu'il y a eu certainement un mouvement géologique pour mettre fin à la durée de l'époque toarcienne.

## 10e Étage : BAJOCIEN, d'Orb.

*Première apparition* des ordres de Brachiopodes cirrhidés et de Foraminifères monostègues ; des genres *Loligo*, *Nerinea*, *Corbula*, *Tellina*, *Corbis*, *Echinus*, *Nucleolites*, etc.

*Règne premier des Bryozoaires* et *des Échinodermes échinides*. *Règne* des genres *Panopæa*, *Gervilia*, *Limæa*, *Holectypus*, *Clypeus*, etc.

*Zones* des *Belemnites giganteus*, des *Ammonites interruptus* (Parkinsoni) et *polymorphus*, du *Turbo gibbosus*, de l'*Opis similis*, du *Trigonia striata*, de l'*Ostrea subcrenata*, de l'*Hemithiris spinosa*, du *Terebratula sphæroidalis*.

§ 1962. **Dérivé du nom.** Nous avons cru, pour cet horizon géologique, comme pour les précédents, ne pas devoir conserver de nom qui rappelât la composition minéralogique si variable des couches qui le composent, ou des noms tirés de la présence de fossiles particuliers, qui varient suivant les lieux. Nous lui avons donné celui de *Bajocien*, Bayeux (*Bajoce*) étant peut-être la ville autour de laquelle cet étage est le mieux développé, le mieux caractérisé de toutes les manières, et pouvant être toujours un point étalon.

§ 1963. **Synonymie**. Nous divisons cette synonymie suivant ses dérivés. *Suivant les fossiles*, c'est le *Calcaire à entroques* de MM. de Bonnard, Moreau et Cotteau ; Le *Calcaire à polypiers* de M. Marcou, mais non celui des géologues normands.

*Suivant la composition minéralogique*, ce sont : la *partie inférieure du système oolithique*, les *marnes de Port-en-Bessin*, de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont ; l'*inferior oolithe*, de M. Sowerby ; l'*oolithe inférieur*, d'Orb., 1843 ; la *cave oolithe*, le *gray limestone* de M. Phillips ;

l'*oolithe ferrugineux* des Normands, de M. Thiria, de M. Cotteau, mais non celle de M. Thurmann; l'*oolithe de Bayeux*, de M. Simon; le *fuller's earth* (terre à foulon), de MM. Morris, Thiria; la *terre à foulon*, et les *marnes à foulon*, des géologues français; les *marnes interoolithiques*, Boyé; le *Dogger*, l'*unterer Oolith*, de M. Rœmer; le *calcaire lædonien*, le *calcaire à polypiers*, et les *marnes vésuliennes* de M. Marcou; partie du *brauner Jura* (jura brun, moyen) des auteurs allemands et de M. Quenstedt.

*Type français*. Bayeux, Moutiers (Calvados), Mougon (Deux-Sèvres). *Type anglais*, à Dundry. *Type allemand*, près de Balingen.

§ 1964. **Extension géographique** (*voyez* étage 10 de la carte, *fig*. 408). Cet étage jurassique, comme les précédents, paraît avoir recouvert, partout en France, les couches de l'étage toarcien. En effet, par le nombre assez grand des points où nous l'avons reconnu positivement, nous pouvons croire qu'il existe, dans les mers jurassiques, sur une infinité de lieux où il n'a pas encore été signalé. Voici les localités connues qui, comme des jalons semés sur toutes les lignes déjà parcourues pour les étages précédents, témoignent qu'il doit former des bandes parallèles aussi régulières que l'étage toarcien, autour des points continentaux.

Autour du plateau central, nous l'avons reconnu dans le Cher, à Saint-Amand-Montroud même, au sommet du Belvéder; dans l'Yonne, au sommet de tous les coteaux qui sont à l'ouest et au nord d'Avallon, depuis Tour-du-Pré, Gervy, Tharot, Avalloux, Vezelay, jusqu'au département de la Côte-d'Or, près de Semur, où il occupe encore le sommet des coteaux, et plonge au nord-est; à Fontaine-en-Duesnois, près de Dijon, il est surtout très-développé. Il se montre encore dans le département de Saône-et-Loire, près de Tournus, et dans le département du Rhône, à Ceret, au Mont-d'Or, aux environs de Lyon. On le retrouve dans l'Ardèche, autour de Naves, au Mont-Charrey; dans le Gard, sur une ligne qui passe au nord de Campestre, d'Alzon, d'Arre, près de Cormes, de Cézas et d'Anduze; dans l'Hérault, près de Saint-André; dans la Dordogne, à Millac, près de Nontron (c'est la couche manganésifère, décrite par M. Delanoue). On voit que l'étage contourne entièrement le plateau central.

Il existe parfaitement caractérisé autour de l'îlot du Var. Nous l'avons, en effet, reconnu dans les Bouches-du-Rhône, à Saint-Marc, près de Vauvenargues et d'Aix; dans le Var, près de Cuers, au Peyrard et au quartier du Malmont, près de Draguignan, étudiés par M. Doublier. Sur le versant occidental des Alpes, il existe sur toute sa longueur. Nous l'avons reconnu à Grasse même (étage 10. Coupe, *fig*. 433). On le retrouve avec tous ses fossiles, dans les Basses-Alpes, à Chaudon,

à la Palud, à la Martre, à la Clape, aux Dourbes; dans les Hautes-Alpes, aux environs de Gap.

Sur le versant occidental du Jura, on le voit dans l'Ain, à Saint-Rambert, sous la roche de Brion, près de Nantua; dans le Jura, à Aresches, à Arbois, près de Salins, au fort Saint-André, à la Roche-Pourrie, à Poncochery, à Montaigu, à Conliége, au Pin, près de Lons-le-Saulnier, à Poligny, à Domange, près de Dôle. L'étage se continue sans interruption sur les versants de l'ilot vosgien, dans le Doubs, aux environs de Besançon, à Maiche; dans la Haute-Saône, à Saint-George, à Morey, à Voncourt; dans la Haute-Marne, à Langres, à Perrogney, à Dampierre, à Saint-Ciergues, à Bourg; dans les Vosges, près de Neufchâteau; dans la Meurthe, aux environs de Nancy, à Mortanville, près de Pont-à-Mousson, à Crépey, à Chavigny, près de Vezelise; dans la Moselle, à Longwy, aux Genivaux, à Mogœure, près de Thionville; dans la Meuse, près de Montmédy; dans les Ardennes, à Fresnoy; dans l'Aisne, à Saint-Michel. Sur le versant opposé l'étage se trouve à Engwiller, à Mietesheim (Bas-Rhin).

C'est surtout au pourtour occidental du grand massif breton que nous lui avons trouvé un vaste développement, et que nous avons pu le suivre, pour ainsi dire sans interruption, depuis la Manche jusques aux côtes de la Vendée. Voici, en effet, quelques-uns des principaux points où nous l'avons observé : dans le département du Calvados, on le voit sur la côte, depuis Sainte-Honorine jusqu'à Marigny; aux environs de Bayeux, sont les localités si connues de Vaucelles, de Saint-Vigor, de Port-en-Bessin; autour de Caen nous pouvons encore citer Curcy, Athis, Éterville, Bretteville, Maltol, Feugrolles, Sully, la fameuse localité des Moutiers, et les environs non moins riches de Falaise. L'étage bajocien se continue ensuite dans l'Orne et la Sarthe. Dans ce dernier département, on le suit depuis à l'ouest de Mamers en passant par Conlie, par Chassillé, par Guéret, près d'Asnières, jusqu'à Mareil et Avoise. On le perd ensuite sous les terrains plus modernes de la Loire, pour le retrouver, de l'autre côté, dans le département de Maine-et-Loire, à Montreuil-Belley; dans celui des Deux-Sèvres, à l'est de Thouars, et bien plus au sud, aux environs de Saint-Maixent, de Niort; dans la Vienne, à Charou, près de Poitiers, à Lusignan; dans la Vendée, à Pissotte, près de Fontenay, au nord de Luçon, et de là à l'ouest jusqu'à la mer.

En Angleterre, on trouve la continuité des mêmes couches qu'en Normandie. En effet, l'étage commence dans le Dorsetshire, et passe par l'extrémité est du Somersetshire; dans le Gloucestershire, à Cotswold; dans l'Oxfordshire, à Marsham-Field, près d'Oxford; dans le Northamptonshire, le Leïcestershire, le Rutland, le Lincolnshire et le

Honfleur. Notre-Dame de Grâce. Villerville. Trouville. Bénerville. Villers. Dives. Lion. Luc. Langrune. Bernières. Courseulles. Tracy. Port-en-Bessin. Sainte-Honorine.

*Fig.* 428. Coupe d'Honfleur à Sainte-Honorine (Calvados).

Yorkshire, à Clougton-Wyke, à Withby, à Brandsby, à Scarborough, à Crambe-Bridge, près de Cave, etc. Ainsi l'étage formerait une ligne flexueuse presque continue, qui traverserait toute l'Angleterre, dans la direction du nord, quelques degrés à l'est.

En Suisse, nous voyons la continuation des couches bajociennes du Jura, dans le canton de Vaud, à Lavex, au Bouillet; dans le canton de Neufchâtel, à la Chaux-de-Fonds; dans le canton de Berne, au Mont-Terrible; dans le canton de Soleure, à Goldenthal, à Durenast, à Beinwy, à Fringely, à Obergœschen; dans le canton de Bâle, à Ulmatt, à Kilchberg; dans l'Argovie, à Wallenburg, à Egg, à Burg.

En Allemagne et dans le Wurtemberg, l'étage est parfaitement représenté. A Archdorf, à Streitberg, à Randen, à Brauneberg, près de Wasseralfingen, à Rabenstein, à Neuhausen, à Muggendorf, à Aalen, à Balingen, à Dettingen, à Gamelshausen, à Staufenberg; dans la Westphalie, à Porta, à Menden, à Hamels, etc., etc.

§ 1965. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 10, de nos coupes, *fig.* 393, 409, 416, 424 et 428.) Nous nous bornerons à dire ici, que, partout où nous avons rencontré l'étage bajocien, que ce soit au pourtour du plateau central, sur les versants du Jura et des Vosges, sur le littoral du massif de la Bretagne, ou dans les Alpes, il est, sur tous les points, en couches concordantes avec les étages jurassiques précédents, dont il suit toutes les allures. Partout, en effet, où ces couches forment des failles peu importantes, comme un peu à l'est de Sainte-Honorine, les étages toarcien, bajocien et ceux qui les recouvrent, ont souffert les mêmes dislocations de second ordre Lorsque l'ensemble a été violemment disloqué, comme dans les Alpes, l'étage bajocien l'a été en

même temps que les étages inférieurs et supérieurs. On remarque ce même fait en Angleterre et en Allemagne, ce qui donne la certitude que l'étage bajocien a régulièrement succédé à l'étage toarcien, dans l'ordre chronologique.

§ 1966. **Discordances.** Les discordances inférieures ayant été indiquées à l'étage toarcien (§ 1941), il ne nous reste plus qu'à parler des limites supérieures, qui sont assez nombreuses, même en France, où les terrains jurassiques ont pourtant souffert le moins des perturbations géologiques. En effet, à côté de cette concordance parfaite de tous les points, nous avons des discordances d'isolement, qui nous paraissent bien suffisantes pour séparer les étages. D'abord le manque, sur l'étage bajocien, de l'étage bathonien, qui lui est partout supérieur, lorsqu'il n'y a pas de lacune, et même à peu de distance. Nous voyons qu'il manque toujours depuis Conlie jusqu'à Guéret (Sarthe), ou sur plus de 32 kilomètres de longueur, l'étage bathonien sur l'étage bajocien, celui-ci étant recouvert par l'étage callovien. Ce manque annonce, sur toute cette surface, un mouvement géologique d'élévation entre l'étage bajocien et l'étage bathonien. Nous avons encore le manque, sous l'étage bathonien, des dépôts bajociens, à Marquise (Pas-de-Calais), où nous l'avons vu nivelant les dislocations de l'étage carboniférien ; ce qui prouve, qu'entre la fin de l'époque bajocienne et le commencement de l'époque bathonienne, il y a eu, sur ce point, un affaissement des terrains paléozoïques, qui a permis aux mers jurassiques du bassin anglo-parisien d'envahir une partie devenue continentale, depuis la surélévation de l'étage carboniférien. Nous regardons encore comme discordance supérieure, les deux dépôts littoraux superposés de ces deux étages à Saint-Maixent (route de Paris), où nous voyons, sur un dépôt littoral, fait au niveau des marées de l'étage bajocien, un dépôt littoral de l'étage bathonien ; ce qui ne pourrait exister sans un affaissement local, entre les deux dépôts. Ainsi donc, l'étage bajocien, tout en n'étant pas séparé par des discordances générales, n'en est pas moins aussi distinct que possible des étages inférieurs et supérieurs.

Comme faits de stratification, nous citerons une série curieuse de failles qui se voient sur la côte de Normandie, entre Sainte-Honorine et Port-en-Bessin (Calvados). D'abord, non loin de Sainte-Honorine, cinq failles successives, qui affectent à la fois les étages toarcien, bajocien et bathonien, dont une première à l'ouest annonçant un affaissement de deux mètres de toute la partie de falaise comprise entre la vallée de Sainte-Honorine ; les autres moins fortes ; enfin, une dernière à l'ouest, près de Port-en-Bessin, qui est de plus de quinze mètres, en mettant au même niveau les couches de calcaire grenu *d* (§ 1968) et les couches *f*.

§ 1967. **Composition minéralogique.** Il est peu d'étages où le

synchronisme des couches sur des points divers montre autant de différence minéralogique que celui-ci; pour en donner quelques exemples, nous allons parcourir rapidement les divers lieux. Aux environs de Bayeux, de Vaucelle, de Saint-Vigor, et aux Moutiers (Calvados), où nous plaçons le type français le plus parfait et le plus développé, comme à Dundry, où se trouve le type anglais de l'*inferior oolithe*, les couches inférieures, pétries de fossiles, sont formées d'un oolithe ferrugineux, à grains plus ou moins gros, dans un calcaire jaunâtre. A Conlie (Sarthe); à Pissotte, près de Fontenay (Vendée), la même couche est encore composée de grains oolithiques ferrugineux, mais sur des points très-voisins, où, lorsqu'on s'élève dans les couches, la nature minéralogique change tout à fait; à Maltot et à Falaise (Calvados), il n'y a déjà plus d'oolithe, et les couches sont formées de calcaire argileux, ou de calcaire jaune grenu. Si nous parcourons la bordure du massif de la Bretagne seulement, nous voyons la roche varier très-souvent. A Chassillé, à Guéret, près d'Asnières et à Avoise (Sarthe), ce sont des calcaires jaunâtres grenus; à Thouars, ils montrent peu de différence, ainsi qu'à Saint-Maixent (Deux-Sèvres); tandis qu'à Niort l'étage, parfaitement développé, est formé, à Niort même, de grès ferrugineux et de calcaires blancs, à Mougon de calcaires jaunes. Dans le Cher, ce sont des grès siliceux; dans l'Yonne et la Côte-d'Or, c'est un calcaire saccharoïde, connu sous le nom de calcaire à entroque En Provence et dans les Alpes, l'étage est très-variable. A Draguignan, ce sont des roches siliceuses jaunâtres; à Grasse, des calcaires argileux jaunâtres; tandis qu'à Aix, et partout dans les Basses-Alpes (Chaudon), ce sont, au contraire, des calcaires argileux noirs, qui ne se distinguent nullement par leur couleur, ni par leur contexture, des étages jurassiques inférieurs ou supérieurs. Devant cette extrême variété de composition, on conçoit facilement que le caractère minéralogique ne puisse avoir aucune importance, et que même, chaque fois qu'on lui en donnerait, on serait certain, en sortant d'un cercle restreint, de commettre des erreurs synchroniques, que la paléontologie seule peut reconnaître; car, sous ces diverses formes minéralogiques, l'étage offre partout la même faune caractéristique.

§ 1968. Maintenant, que nous avons parcouru l'ensemble géographique de l'étage en France, si nous voulons voir la composition des couches qui s'y rapportent sur un seul point, nous arriverons encore à la même conclusion. Pour le prouver, comparons les dépôts successifs de l'étage bajocien de Sainte-Honorine, près de Port-en-Bessin (Calvados), à ceux de Niort (Deux-Sèvres).

| SAINTE-HONORINE. | NIORT. |
|---|---|
| *f*. 10 mètres environ d'épaisseur de couches argileuses bleues, sans ammonites (c'est la terre à foulon, le fuller's earth). | |
| *e*. 1 mètre de calcaires bleus, compactes, durs, contenant beaucoup d'ammonites, les mêmes que dans la couche *c*, et des arbres entiers. | |
| *d*. 10 à 12 mètres de puissance, d'un calcaire blanc, grenu, avec spongiaires, oursins, mais sans ammonites. | *d*. Calcaire blanc comme de la craie, de contexture très-fine, exploité pour pierre de taille. Cette couche, épaisse de quelques mètres, renferme principalement des spongiaires. |
| *c*. Oolithe ferrugineux, le mieux caractérisé, avec ses nombreuses ammonites : c'est la couche de Bayeux (épaisseur maximum, 2 mètres). C'est l'oolithe inférieur type. | *c* Calcaire jaunâtre, argileux, avec ancyloceras et ammonites. |
| *b*. Couche mince de fer limoneux (couche de remaniement à la fin de l'époque précédente). | *b*. Grès compacte, très-dur, servant à paver, et contenant les mêmes ammonites que les couches *c* et *e* de Sainte-Honorine. |

---

| | |
|---|---|
| *a*. Étage toarcien, composé de calcaire bleu compacte, avec silex. | *a*. Étage toarcien formé de calcaires argileux, jaunâtres. |

D'après cet exposé rapide, on voit que les caractères minéralogiques pris géographiquement, ou même sur un seul point, ne peuvent, à eux seuls, donner de limites certaines à l'étage qu'autant que les caractères paléontologiques viendront aider le géologue à reconnaître les limites géographiques ou locales de l'étage, qui n'en est pas moins un des mieux caractérisés et des plus constants.

§ 1969. **Puissance connue.** Dans la Normandie, tout en réunissant, dans l'étage, la terre à foulon, les calcaires blancs et l'oolithe ferrugineux, nous ne trouvons pas plus de 25 à 30 mètres de puissance à l'ensemble. Dans les Basses-Alpes, à Chaudon, nous avons cru pouvoir évaluer à 60 mètres environ la puissance du dépôt. Aux environs de Lyon, il acquiert une puissance de 80 mètres environ.

§ 1970. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** L'étage bajocien est un des plus instructifs sous ce rapport,

comme on en pourra juger d'après les différentes déductions que nous allons en tirer.

*Points littoraux des mers.* Les dépôts littoraux caractérisés par l'abondance des coquilles flottantes et du bois montrent parfaitement, sur le sol de la France, que les mers jurassiques, de plus en plus restreintes dans leurs bassins respectifs, existent pour l'étage bajocien, sur les dernières couches toarciennes. Ces bandes littorales se trouvent au pourtour du plateau central, à Givry, à Tharot, à Montmartre, à Vezelay, à Avallon (Yonne); aux environs de Semur, près de Fontaine-en-Duesmois (Côte-d'Or); aux environs de Lyon (Rhône); autour de l'îlot du Var, à Peyrard, près de Draguignan (Var); à Aix, à Vauvenargues (Bouches-du-Rhône); sur le versant occidental des Alpes, elles existent à Chaudon, à la Palud, à la Martre, à la Clape, aux Dourbes. Sur le versant occidental du Jura, à Saint-Rambert, à Cressia, sous la roche de Brion, près de Nantua, de Bellay (Ain), à Aresches, près de Salins (Jura), et en Suisse, à Larex, au Bouillet (Vaud). Les dépôts littoraux de l'îlot vosgien, se voient dans la Meurthe, à Martanville, près de Pont-à-Mousson; dans la Moselle, à Longwy; dans les Ardennes, à Fresnoy; autour du massif breton, dans les couches *c* et *e* de Sainte-Honorine, près de Port-en-Bessin (§ 1968); à Saint-Vigor, près de Bayeux, aux Moutiers, à Athis, à Curcy, à Éterville (Calvados); peut-être à Guéret, près d'Asnières (Sarthe); les couches *b*, *c*, de Niort; celles de Mougon, de Saint-Maixent (Deux-Sèvres); de Pissotte, près de Fontenay (Vendée). Hors de France, nous citerons encore, en Angleterre, Dundry, Bridport, etc.; en Allemagne, Archdorf, Randen; en Westphalie, Porta. Quand on étudie la composition de ces sédiments côtiers, on trouve une variation aussi grande que dans les mers actuelles. En effet, si sur quelques points voisins, comme à Niort, on voit la côte formée de sables devenus grès, on est très-étonné de ne plus la rencontrer à quelques kilomètres de là qu'à l'état de calcaire jaune formé évidemment de sédiments fins. Il existait donc alors, comme à présent, des plages sablonneuses lavées par la vague, et des golfes abrités des courants où se déposaient des sédiments côtiers les plus fins.

§ 1971. Une circonstance locale se rattache encore aux corps flottants. L'étude des limites de l'étage bajocien, depuis Sainte-Honorine jusqu'à Falaise (Calvados), nous donne, pour la côte de ces mers, une direction moyenne N.-O. et S.-E. Les arbres entiers qu'on trouve à Port-en-Bessin, avec les autres corps marins flottants, ont aussi une direction moyenne N.-O et S.-E., fait qui coïnciderait avec la direction de la côte, et concorderait avec la manière dont se déposent actuellement les bois flottants sur une plage unie, c'est-à-dire toujours transversalement à la pente, et parallèlement à la côte.

§ 1972. La disposition par bancs horizontaux égaux formés de parties plus ou moins denses, sur une hauteur considérable, semblables à une bâtisse, comme on le voit aux environs de Chaudon (Basses-Alpes), ne peut s'expliquer que par les tempêtes, les coups de vents et autres causes perturbatrices momentanées et souvent périodiques (§ 88, 93) que nous retrouvons dans les causes actuelles.

§ 1973. **Points sous-marins voisins des côtes.** Non loin de ces dépôts littoraux, faits au niveau des marées, se formaient, dans les mers bajociennes, des dépôts sous-marins faciles à reconnaître par leurs faunes particulières composées principalement de Mollusques gastéropodes et acéphales, et sans coquilles flottantes. Nous regardons comme tels les dépôts suivants : à Saint-Amand (Cher); près de Tournus (Saône et-Loire) ; à Millac, près de Nontron (Dordogne) ; entre Cuers et Brignoles, à Grasse (Var); à la Roche-Pourrie, à Arbois, près de Salins ; à Conliége, au Pin, près de Lons-le-Saunier ; à Romange, près de Dôle (Jura) ; à Maiche, près de Besançon (Doubs) ; Crépey (Meurthe) ; Génivaux, Mogœure (Moselle); Saint-Michel (Aisne) ; la couche *d*, de Niort (§ 1968) ; Falaise (Calvados) ; Conlie, Sillé-le-Guillaume, Avoise (Sarthe) ; Lusignan (Vienne).

§ 1974. **Points profonds des mers bajociennes.** Le manque presque complet de coquilles de Gastéropodes, le petit nombre de Lamellibranches, comparé à la surabondance des Polypiers, des Amorphozoaires, des Échinodermes en position, des Térébratules et des Crinoïdes, nous feraient croire que les points suivants se sont déposés sur des parties plus profondes des mers de cette époque : Saint-Georges, Morey, Voncourt (Haute-Saône) ; Langres, Perrogney, Dampierre, Saint-Ciergues (Haute-Marne); Mamers (Sarthe) ; la couche *d* de Sainte-Honorine (§ 1968).

§ 1975. L'examen des sédiments nous fait encore arriver à quelques autres conclusions. A Falaise, à Conlie, à Avoise, à Mamers, les dépôts nous semblent, d'après leur composition grossière, remplie de particules pesantes, s'être déposés sous l'influence de courants sous-marins plus ou moins forts. Dans les Alpes, la composition générale des sédiments fins annonce, au contraire, des dépôts tranquilles sous-marins, probablement dans une mer profonde, au milieu de laquelle les fossiles flottants ne se montrent que sur l'ilot de Chaudon et de la Clape, près d'Entrages (Basses-Alpes), où nous avons signalé le point littoral de l'étage toarcien. Ces couches de Chaudon sont, sous un autre point de vue, très-remarquables, en ce qu'elles forment un ensemble parallèle superposé de couches régulières de même épaisseur, d'un calcaire bleu compacte, séparées par des intervalles argileux. Lorsqu'on voit la régularité de ces bancs, tous d'égale épaisseur, on ne peut s'empêcher de

chercher, dans les causes actuelles, l'action périodique qui a pu présider à leur formation. Peut-être y trouverait-on quelque chose d'analogue aux effets produits par les coups de vents annuels que nous avons signalés (§ 91). Dans tous les cas, c'est là un phénomène très-remarquable, dont nous retrouverons des exemples fréquents.

§ 1976. **Oscillations du sol**. S'il pouvait y avoir des doutes sur les oscillations du sol pendant la période toarcienne, il n'en est pas ainsi pour l'époque bajocienne. A Sainte-Honorine, près de Port-en-Bessin, les couches *c* (§ 1968) sont certainement, par l'ensemble des corps flottants, des dépôts littoraux faits au niveau supérieur du balancement des marées. Au-dessus on voit (couche *d*), au contraire, 10 à 12 mètres de dépôts de calcaires grenus remplis de spongiaires, d'oursins dans leur position normale d'existence, de zoophytes, de bryozoaires et de térébratules, tous caractères qui annoncent un dépôt sous-marin, fait à une assez grande profondeur, sous l'action des courants. Au-dessus de ce dépôt sous-marin reparaissent (couche *e*) des dépôts côtiers avec leurs bois et leurs coquilles flottantes Enfin, au-dessus (couche *f*), une argile bleue sans coquilles flottantes. En résumé, nous avons, à la base, un dépôt littoral recouvert d'un dépôt sous-marin, et celui-ci supportant un second dépôt côtier, tout cela durant une période géologique; succession rigoureuse qu'on ne peut expliquer sans les oscillations du sol, et même sans une alternance d'affaissement et de relèvement analogues à ce que l'époque actuelle nous montre à Pouzzole (§ 2543). En effet, pour pouvoir être recouvert par un dépôt sous-marin, le premier point côtier a dû certainement s'affaisser sous les eaux. Pour être recouvert, à son tour, par des dépôts côtiers, ce dépôt sous-marin a dû subir un mouvement de relèvement; puis, enfin, un second mouvement d'affaissement a dû s'opérer, pour que ce second dépôt littoral fût recouvert, de nouveau, de dépôts non côtiers. On voit que, sans des oscillations, il serait impossible d'expliquer ces strates superposées. La même observation s'applique aux couches décrites à Niort; mais, ici, il n'y aurait eu qu'une seule oscillation; ce qui prouverait, de plus, que les oscillations devaient être locales et non générales. Dans tous les cas, la conservation des points littoraux annonce certainement des mouvements brusques.

Il nous reste à dire un dernier mot relativement au changement minéralogique qui existe dans les couches de Sainte-Honorine. On y a vu succéder, à des couches ferrugineuses d'oolithe, des couches blanches de calcaire grenu, et ensuite des calcaires et des argiles bleues: la première, sans doute produite sous l'action du mouvement des eaux sur la côte, la deuxième sous l'action d'un courant sous-marin; les dernières sous l'action du repos presque complet des eaux. Pour que ces différences

existent sur un seul point, il faut que, durant la période bajocienne, la côte ait éprouvé, dans sa configuration, de grands changements, qui ont influé sur la force des courants et sur leur direction. Sans des modifications locales amenant des sédiments de nature différente, il serait difficile d'expliquer ces faits.

§ 1977. **Caractères paléontologiques.** L'ensemble des caractères paléontologiques de cet étage offre des résultats généraux différentiels bien plus tranchés avec l'étage toarcien que les trois étages précédents entre eux. On voit, en effet, apparaître beaucoup de formes génériques nouvelles ; mais, comme très-peu s'éteignent, on acquiert la certitude que la multiplicité de ces formes est toujours dans une voie croissante. Avec ces caractères des genres, disparité presque complète des espèces.

§ 1978. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage bajocien de l'étage antérieur, nous avons d'abord les 9 genres que nous avons vu naître et disparaître à l'époque précédente (§ 1955); et, de plus, les genres *Conularia* et *Spiriferina*, qui, de même que les 9 genres, sont éteints dans l'étage toarcien, sans arriver jusqu'à l'étage bajocien.

§ 1979. Pour distinguer l'étage qui nous occupe de l'époque suivante, nous avons tous les genres qui manquent encore à l'étage bajocien, et ne paraissent que postérieurement avec l'étage bathonien, tels que : parmi les Mammifères, les deux genres de notre tableau, n° 1 ; parmi les Reptiles, les 4 genres de notre tableau, n° 3; parmi les Poissons, 7 genres; parmi les Mollusques céphalopodes, les 3 genres de notre tableau, n° 5; parmi les Mollusques gastéropodes, les 6 genres de notre tableau, n° 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 4 genres de notre tableau, n° 8 ; parmi les Mollusques bryozoaires, les 9 genres de notre tableau, n° 10; parmi les Échinodermes, les 6 genres de notre tableau, n°s 11 et 12; parmi les Zoophytes, les 9 genres de notre tableau, n° 13; parmi les Amorphozoaires, le genre *Actinospongia* de notre tableau, n° 15. Nous aurions donc 51 genres, pouvant donner des caractères négatifs avec l'étage bathonien, et 10 genres avec l'étage toarcien; en tout, 61 genres négatifs, pour le distinguer des deux étages voisins.

§ 1980. **Caractères positifs tirés des genres.** L'étage bajocien se distingue de l'étage toarcien par la présence des 42 genres suivants, inconnus dans l'étage précédent : parmi les Poissons, les genres *Gyrodus*, *Amblysemius;* parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Purpurina*, *Spinigera*, *Acteon*, *Nerinea ;* parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Corbula*, *Tellina*, *Gastrochœna*, *Limopsis*, *Corbis* et *Ceromya ;* parmi les Mollusques brachiopodes, le genre *Thecidea ;* parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Terebellaria*, *Intricaria*,

*Chrysaora*, *Diastopora*, *Bidiastopora*, *Entalophora*, *Alecto* et *Idmonea*; parmi les Échinodermes, les genres *Echinus*, *Nucleolites*, *Pygurus*, *Pedina*, *Holectypus*, *Dysaster*, *Clypeus*, *Acrosalenia*, *Hyboclypus* et *Cyclocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Thecosmilia*, *Lasmosmilia*, *Clausastrea*, *Aplocyathus*, *Dendrocœnia*, *Stylina* et *Agaricia*; parmi les Foraminifères, le genre *Conodictyum*; parmi les Amorphozoaires, les genres *Cribrospongia*, *Forospongia*, *Chnemidium*.

Les genres suivants, qui naissent et meurent dans l'étage bajocien, sont encore autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour le séparer de l'étage bathonien, où ces 3 genres sont inconnus : parmi les Poissons, le genre *Amblysemius*; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Intricaria*; parmi les Zoophytes, le genre *Discocyathus*. Ajoutons-y les genres suivants, qui, nés antérieurement, se sont encore éteints dans l'étage bajocien, sans passer à l'étage bathonien. Parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Cirrus*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Limea*; parmi les Échinodermes, le genre *Cœlaster*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Leiospongia*; en tout 7 genres.

§ 1981. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Aux caractères tirés des genres, qui seuls pouvaient servir à distinguer l'étage bajocien, viennent se joindre les caractères positifs tirés des espèces. En dehors de tous les animaux vertébrés, de tous les animaux annelés, et des végétaux, nous avons seulement, en animaux mollusques et rayonnés, le nombre considérable de 603 espèces, qui, après avoir été sévèrement discutées, se trouvent presque toutes caractéristiques des facies distincts sous lesquels se présentent les différents lieux et les diverses zones d'habitation; car, à l'exception des 7 espèces suivantes, que nous avons rencontrées, en même temps, dans l'étage suivant (bathonien), toutes les autres sont spéciales à celui-ci.

Ammonites discus, Sow.
Solarium coronatum, d'Orb.
Mytilus Sowerbyanus, d'Orb.
Lima gibbosa, Sow.
Lima proboscidea, Sow.
Pecten Silenus, d'Orb.
Rhynchonella quadriplicata, d'Orb.

Le manque de place nous a empêché de donner ici la liste complète; mais on la trouvera, avec la synonymie et les localités indiquées, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* (tome 1, pag. 260 et suivantes), auquel nous renvoyons (1). En parcourant ce Prodrome, on s'assurera, par les localités indiquées aux espèces, que tous les points que nous avons cités à l'extension géographique contien-

(1) Voyez aussi pour les Céphalopodes et Gastéropodes, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, où toutes les espèces de France sont figurées.

nent les mêmes espèces, lorsque les mêmes circonstances se retrouvent, point de comparaison qu'il ne faut jamais oublier. Parmi ces espèces, nous citerons ici les plus répandues.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Belemnites giganteus. | 1 | Pholadomya fidicula. | 229 |
| — unicanaliculatus. | 3 | Ceromya bajocina. | 252 |
| Nautilus lineatus. | 6 | Opis similis. | 266 |
| Ammonites subradiatus. | 11 | Astarte detrita. | 279 |
| — Niortensis. | 15 | Cypricardia cordiformis. | 302 |
| — interruptus. | 16 | Trigonia costata. | 311 |
| — polymorphus. | 18 | — striata. | 312 |
| — Blagdeni. | 29 | Arca oblonga. | 349 |
| — Humpriesianus. | 30 | Avicula digitata. | 401 |
| Ancyloceras annulatus. | 40 | Pecten articulatus. | 419 |
| Turbo gibbosus. | 94 | Ostrea subcrenata. | 432 |
| Pleurotomaria granulata. | 121 | Hemithyris spinosa. | 447 |
| Lyonsia abducta. | 144 | Terebratula sphæroidalis. | 449 |
| Panopæa Zietenii. | 211 | — perovalis. | 452 |
| | | — subventricosa. | 457 |

Nous donnons ci-après quelques types de la faune de cette époque (*fig.* 419 à 432).

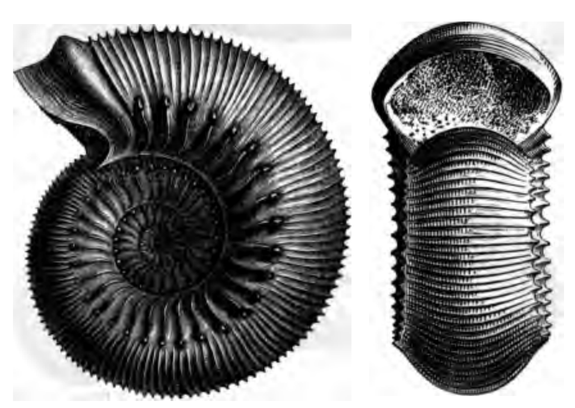


*Fig.* 430. Ammonites Humpriesianus.

§ 1982. **Chronologie historique.** La fin de l'étage précédent, déterminée par des perturbations géologiques (§ 1961) qui nous sont connues, a été marquée par l'anéantissement de 11 genres d'animaux divers

(§ 1955), et de 288 espèces d'animaux mollusques et rayonnés (§ 1956).

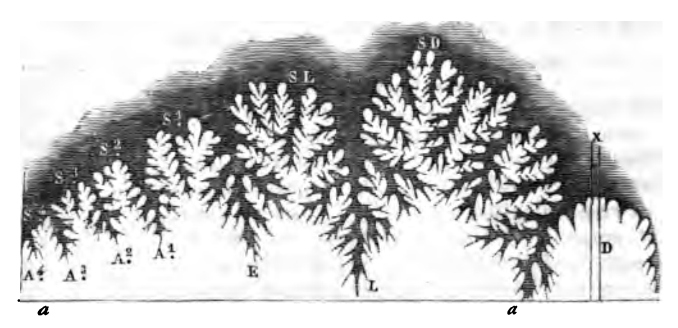
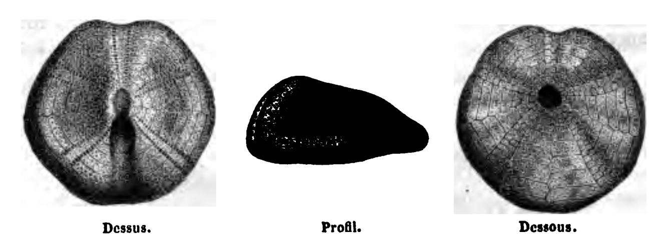



*Fig.* 429. Cloison de l'Ammonites Truellei.

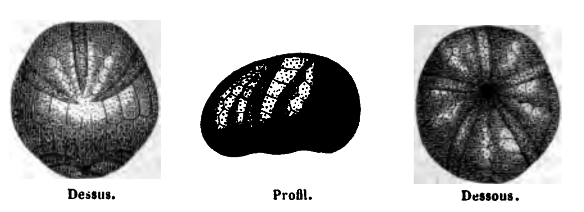
Le commencement de celui-ci reçoit, pour composer la faune, 51 gen-



Dessus. Profil. Dessous.

*Fig.* 431. Hiboclypus gibberrulus.

res inconnus jusqu'alors, et 603 espèces nouvelles de Mollusques et



Dessus. Profil. Dessous.

*Fig.* 432. Dysaster Eudesii.

d'animaux rayonnés, qui se joignent aux plantes afin d'animer cette époque.

§ 1983. Les mers bajociennes (voyez étage 10e de notre carte, *fig* 408),

à l'exception de quelques atterrissements côtiers, au pourtour de tous les bassins, paraissent avoir conservé, en tout point, les mêmes limites que l'étage précédent (§ 1958).

Nous pouvons en dire autant des continents (§ 1959), qui n'ont subi aucun changement bien notable, autre que des atterrissements riverains sur presque tous les points, à la fin de l'étage toarcien (voyez tous les étages antérieurs à 10, dans notre carte, *fig* 408).

§ 1984. Les mers, indépendamment de leurs grands Reptiles riverains, sont peuplées de genres nouveaux de Poissons, de quelques formes nouvelles de Mollusques ; mais surtout des genres jusqu'alors inconnus d'Échinodermes, qui prennent surtout un grand développement à cette époque, en même temps que les Zoophytes et les Spongiaires testacés. Les Bélemnites y sont plus grandes qu'aux époques antérieures. Les Ammonites ont des formes spéciales, parmi lesquelles dominent des espèces ventrues, à dos rond, se rétrécissant beaucoup vers la bouche, ou des espèces dont les côtes sont interrompues sur le dos.

§ 1985. Nous ne connaissons que très-peu d'êtres de la faune terrestre de cette époque ; mais quelques plantes se sont conservées. Voici les espèces que nous croyons devoir appartenir à cet étage : nous les avons séparées, d'après les localités, de la flore de l'époque oolithique de M. Brongniart.

CYCADÉES.

Zamites faciatus, Sternb. Withby.
Nilsonia compta, Gœp. *Pterophyllum Williamsonis*, Brongniart. Prod. près de Withby.

**Monocotylédones douteuses.**

Podocarya, Buckl. — Charmouth. Dorset.

§ 1986. La fin de la période bajocienne s'explique, en Europe, par les lignes de discordances (§ 1966), qui sont assez étendues pour suffire à l'anéantissement de la faune et de la flore, par suite des affaissements et des surélévations qu'elles indiquent. Joignons-y la conservation des points littoraux superposés, qui annoncent encore des affaissements, et nous aurons des causes locales suffisantes, sans même avoir recours à des perturbations lointaines, qui, pourtant, doivent avoir eu lieu, pour l'anéantissement de la faune qui en est, sur tous les points, le résultat visible et palpable. Les causes et les effets s'accorderaient encore ici, à tous égards, pour séparer nettement l'étage bajocien de l'étage bathonien.

## 11e Étage : BATHONIEN, d'Omalius.

*Première apparition* des genres *Phascolotherium* et *Thylacotherium*

(regardés comme des Mammifères), de l'ordre des Mollusques gastéropodes tectibranches, des Crinoïdes libres, etc.

*Règne.* Premier règne des Mollusques bryozoaires, des genres *Aspendesia, Terebellaria, Diastopora, Bidiastopora*; des *Acroura*, des *Pedina*, des *Polycyphus*.

*Zone* des *Ammonites bullatus* et *discus*, du *Phileolus lævis*, du *Pholadomya gibbosa*, de l'*Ostrea acuminata*, du *Rhynchonella decorata*, du *Terebratula digona*, etc.

§ 1987. **Dérivé du nom.** M. d'Omalius d'Halloy ayant donné à cet étage le nom de *bathonien*, en prenant pour type la ville de *Bath*, en Angleterre, nous croyons devoir admettre cette dénomination, qui nous paraît bien préférable à toutes les autres tirées de sa composition minéralogique si variable suivant les lieux, ou de la présence de quelques fossiles, qui, s'ils abondent sur un point, manquent tout à fait sur d'autres, suivant les circonstances qui présidaient au dépôt des couches.

§ 1988. **Synonymie.** Nous la divisons ainsi qu'il suit, d'après ses dérivés. *Suivant la superposition*, c'est l'étage *bathonien* de M. d'Omalius.

*Suivant les fossiles*, c'est le *Calcaire à polypiers* des Normands, mais non celui de M. Marcou. Ce sont les marnes à *Ostrea acuminata* de MM. Thurmann et Thiria; le *Calcaire à bucarde* de M. Lacordaire; le *Calcaire à pholadomie* de M. Lajoie.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est le *grand Oolithe* des géologues français; le *great Oolithe* (grand Oolithe), l'*Oolithe de Bath* des Anglais; le *great Oolithe*, le *Forest Marble*, le *Sonesfield-Slate* de M. Morris (catalogue); le *Cornbrash*, l'*Upper-Sandstone* de M. Phillips (Yorkshire); l'*Oolithe de Mamers* de M. Desnoyers; le *Calcaire oolithique* et le *Calcaire blanc, jaunâtre, marneux*, de M. de Bonnard; le *Calcaire de Caen*, l'*Oolithe de Caen*, le *Calcaire de Ranville* des Normands; la *Dale nacrée* de M. Thurmann; partie du *brauner Jura* (*jura brun*) de M. Quenstedt et des géologues allemands.

*Type côtier.* En France, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres); à Mansigny (Vendée), à Vézelay (Yonne). *Type sous-marin*, à Luc, Langrune, Ranville (Calvados); à Marquise (Pas-de-Calais); à Grasse (Var). *Type anglais*, à Ancliff, à Bath, à Stonesfield.

§ 1989. **Extension géographique** (*voyez* étage 11 de notre carte, *fig.* 408). L'étage bathonien, comme les étages précédents, couvre en couches concordantes l'étage bajocien, sur tout le pourtour des bassins jurassiques de France. Pour le prouver, nous allons indiquer quelques-uns des principaux points où il est le mieux développé. Parcourons d'abord le pourtour du plateau central. Il existe, pour ainsi dire, sans interruption, depuis le département de la Nièvre, près de Nevers; dans

le Cher, près de Dun-le-Roi; dans l'Yonne, près de Châtel-Censoir; au pied nord-ouest de la côte de Vézelay, à Noyers, à Châtel-Gérard, à Fulvy, à Lucy-le-Bois; dans la Côte-d'Or, à Bligny-sur-Ouche, auprès de Châtillon-sur-Seine; dans la Saône-et-Loire, non loin de Tournus; dans l'Ardèche, près de la Voulte, près de Naves; dans le Gard, au nord de Campestre, d'Alzon, d'Arre, de Semène, près d'Amboix; dans l'Hérault, près de Saint-André.

L'étage bien caractérisé se montre autour de l'îlot du Var, à Brignoles, et dans toutes les carrières de Roquevignon, au-dessus de la ville de Grasse, route de Castellanne, où commence une ligne qui dépend des Alpes, et que nous avons retrouvée plus loin dans les Basses-Alpes, à la Clape, à Chaudon. Il existe aussi sur le versant occidental du Jura; dans l'Ain, aux environs de Nantua, de Saint-Rambert, de Culoz, de Montange, d'Apremont, d'Ouilla, de Brion, de Géoressia, de Viveras, de Beauregard, près de Montréal; de Bussy, de Henry, de la côte du mont d'Heen.

On le retrouve sur les deux versants des Vosges : sur le versant oriental, dans le Haut-Rhin, à Rœdersdorf; dans le Bas-Rhin, à Mietesheim, à Wolxheim; et sur le versant occidental, dans la Haute-Saône, à Port-sur-Saône, à Vauchoux, à Navenne; dans la Haute-Marne, à Chaumont, sur la route de Marault; dans les Vosges, dans la Meurthe, dans la Moselle, près de Longwy, de Metz; dans la Meuse, à Montainville, à Flincy. Il continue ensuite dans les Ardennes, à Launoy, à Chesne, à Poix, aux environs de Rumigny, à Chayul; dans l'Aisne, à Éparcy, à la Folie-Not, près d'Aubenton; à Bucilly, à la Reinette, près d'Hirson; aux Vallées, chemin d'Aubenton à la Folie-Not. Dans le Pas-de-Calais, nous l'avons retrouvé tout autour de Marquise et à Leulinghem.

A l'est du massif breton, nous trouvons, partout, l'étage bathonien très-développé. Sur la côte du Calvados, on le suit sans interruption depuis les couches supérieures de Port-en-Bessin, en passant par Saint-Aubin, Langrune, Luc, Lion, jusqu'à Sallenelles et Ranville, au nord de Caen, à Aubigny, près de Falaise. Du littoral de la Manche, on le suit dans l'Orne, dans la Sarthe, à Mamers, à Vilaine. De même on le retrouve de l'autre côté de la Loire, à l'est de Thouars, à Saint-Maixent, sur la route de Poitiers; à Exoudun, près la Mothe-Saint-Héraye, à Niort; dans la Vienne, près de Poitiers; dans la Vendée, à Mansigny, à Luçon, et, de ce point, jusqu'à la Jard, au bord de la mer.

L'étage reprend, de l'autre côté de la Manche, la continuation de la Normandie, sur le sol de l'Angleterre, et se continue, sans interruption, à travers toute l'Angleterre, du Dorsetshire jusqu'au Yorkshire, en passant dans le Dorsetshire, dans le Somersetshire, à Swamswich, à Chatley-Lodge, à Bath; dans le Wiltshire, à Hamton, à Beacon-Hill, à Smal-

Cossal, à Hambhon-Cliff, à Lansdown, près de Bradford, à Nulgrove, près Northleach, à Chippenham; dans le Gloucestershire, à Chathey; dans l'Oxfordshire ; dans le Buckinghamshire, à Stratford-Stoncy ; dans le Bedfordshire, à Felmersham, près de Bedford ; dans le Northamptonshire, à Bulwick ; dans le Ruthland, le Lincolnshire ; et, dans le Yorkshire, à Gristhorpe, à Scarborough, à Newton-Dale, etc., etc.

En Suisse, on trouve la continuité du Jura dans le canton de Fribourg, à Schonberg, près de Fribourg; dans le canton de Soleure, à Soleure, à Buchsiten, à Gottenthal, à Sangetel, à Durrenast, à Ring, près de la petite Lucette ; à Horlang, près de Grendel ; dans le canton de Bâle, à Muttenz, à Porentruy.

On suit l'étage en Allemagne et dans le Wurtemberg, à Geerzen, à Alfeld, à Amberg, à Schweiz, à Nipf, près de Bopfingen ; en Westphalie, à Osterkappeln.

§ 1990. **Stratification** (*voyez* étage 11 de nos coupes, *fig*. 393, 416,

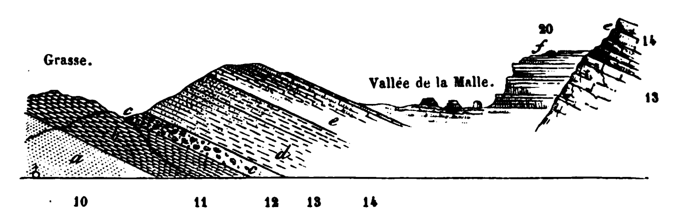



*Fig.* 433. Coupe prise entre Grasse et La Malle (Var).

424, 428 et 433). L'étage bathonien nous a offert, partout où il repose sur les étages précédents, et c'est presque sur tous les points, une concordance parfaite de stratification. C'est encore un membre d'un grand tout, suivant, en France, les lois qui ont régi l'ensemble des terrains jurassiques. Cette superposition se trouve dans les mers anglo-parisiennes, méditerranéennes et pyrénéennes, aussi bien en Angleterre, en Suisse qu'en Allemagne. Il n'est donc pas douteux que l'étage ne soit postérieur à l'étage bajocien, et qu'il ne lui ait succédé régulièrement dans l'ordre chronologique.

§ 1991. **Discordance**. En signalant les limites de l'étage précédent (§ 1966), nous avons donné les limites inférieures de celui-ci. Nous allons donner les limites stratigraphiques supérieures. Nous regardons comme discordances supérieures le manque, sur l'étage qui nous occupe, dans le département de l'Aisne, si bien étudié par M. d'Archiac, d'aucun des autres membres des terrains jurassiques ; ce qui ne peut être dû qu'à un exhaussement local. Nous citerons le manque, sous l'étage callovien,

de l'étage bathonien, sur plus de 32 kilomètres de longueur dans la Sarthe, comme on peut le voir à Conlie, à Chantenay et à Guéret, où M. de Lorière et nous l'avons parfaitement reconnu. Cette lacune annonce d'abord un exhaussement de cette partie à la fin de l'étage bajocien, qui a empêché l'étage bathonien de s'y déposer, puis un affaissement de cette même surface entre la fin de l'étage bathonien et le commencement de l'étage callovien. Nous regardons encore comme des discordances, le manque, sous l'étage callovien, de l'étage bathonien sur toute l'étendue de la Russie, depuis la Crimée jusqu'au 61e degré de latitude, sur une surface bien plus grande que la France, où l'étage callovien repose sans intermédiaire sur les différents étages paléozoïques, et notamment sur l'étage carboniférien, dans le gouvernement de Moscou et de Wladimir, sur l'étage permien, partout ailleurs, c'est-à-dire avec un manque de 7 ou 8 étages au-dessous. L'étage bathonien manque encore sous l'étage callovien de la province de Cutch (Indes orientales), où ce dernier parait reposer sur des roches carbonifériennes ou azoïques. Pour que les mers jurassiques de l'époque callovienne puissent envahir la partie de la Sarthe décrite, la Russie depuis la Crimée jusqu'à la mer Glaciale, et la province de Cutch, où elles étaient jusqu'alors inconnues, il est certain qu'il faut que, sur ces points, des continents exondés se soient affaissés de manière à donner accès aux mers calloviennes, ce qui ne pouvait se produire sans une grande perturbation générale ; c'est le fait d'une discordance. Il en est de même dans l'Inde, où l'étage se trouve parfaitement isolé, sans les étages inférieurs et supérieurs qu'on rencontre sur les points concordants. La présence à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres), à Mancigny (Vendée), des dépôts côtiers littoraux superposés sur le même point, des étages bathonien et callovien, annonce encore un mouvement d'affaissement sur ces points entre les deux étages. Telles sont les limites supérieures par rapport à la stratification. On voit par les limites géologiques supérieures et inférieures, que l'étage bathonien se trouve parfaitement séparé des deux époques qui l'ont précédé ou suivi.

§ 1992. Au milieu de couches presque horizontales, ou seulement peu inclinées à l'est, on voit un grand nombre de failles se succéder dans l'étage bathonien. Indépendamment des *failles* complexes de Sainte-Honorine, qui sont communes aux trois étages toarcien, bajocien et bathonien (§ 1966), nous avons remarqué plusieurs autres failles spéciales à l'étage bathonien, principalement à l'ouest de Saint-Aubin (Calvados), où deux, surtout, sont très-remarquables. Les intervalles sans falaise à Langrune, à Luc et Lion, sont également dus, souvent, à des failles.

§ 1993. **Composition minéralogique.** Si l'on ne suivait que le carac-

tère minéralogique des couches, il serait impossible de reconnaître l'étage qui nous occupe ; car, véritable Protée, il se masque sous toutes les formes et sous toutes les couleurs ; mais, en mettant toujours en rapport la stratification des couches avec les corps organisés fossiles qu'elles renferment, on arrive à le distinguer très-nettement partout. Quelques détails sur la composition des roches qui le constituent prouveront ce que nous venons d'avancer. Dans le département de l'Yonne, à Vézelay, à Chaumont (Haute-Marne), c'est un calcaire argileux ou compacte, non oolithique, blanc ou légèrement jaunâtre, formé de sédiments fins ; à Grasse, c'est un calcaire jaune, un peu argileux, non oolithique ; à Chaudon (Basses-Alpes) et à Nantua (Ain), ce sont, au contraire, des calcaires marneux, noirs, presque sans fossiles ; à Marquise, des calcaires jaunes, formés de sédiments fins, mais pétris de fossiles ou formés d'oolithes. Sur la côte de Normandie, c'est, suivant les lieux et les couches, un calcaire saccharoïde, formé de débris, de coquilles entières, ou de bancs argileux, bleus ou jaunes, remplis de fossiles. Dans la Sarthe et dans les Deux-Sèvres, ce sont des calcaires blancs, compactes, durs, formés de sédiments fins ou sablonneux.

§ 1994. Pris sur un point déterminé où il offre une grande puissance de dépôts et une grande variété de composition minéralogique, l'étage mérite d'être décrit avec détails, afin d'amener à quelques applications curieuses. Nous allons donc décrire tous les changements minéralogiques qui se sont opérés dans les couches géologiques qui le composent sur la côte de Normandie, entre Port-en-Bessin et Ranville ; changements qui doivent nous servir à en déduire des conséquences pour l'application des causes actuelles à l'état ancien des mers. Commençons par les couches les plus inférieures en remontant.

Couches A. Les plus inférieures sont composées, de Sainte-Honorine jusqu'auprès d'Arromanches, d'environ une quinzaine de mètres d'épaisseur de calcaire jaune, argileux, feuilleté, en feuillets horizontaux et sans fossiles.

Couches B. Composées de calcaire à grains fins, miroitant, rempli de fragments de Crinoïdes, de couleur blanche ; on les voit à Saint-Aubin et à Langrune, à basse mer ; ce sont des couches importantes comme exploitation à Ranville, pour les pierres de taille. Leur épaisseur est d'environ 8 mètres. Les bancs sont horizontaux.

Couches C. Au-dessus, on voit apparaître, à basse mer, à Saint-Aubin, à Langrune, et dans les carrières de la Délivrande, un ensemble épais d'environ 4 mètres de couches peu divisées, formées d'un calcaire à gros grains, blancs ou jaunes, contenant principalement des sommets d'Apriocrinus, et rarement des Lima. Ses lits sont horizontaux.

Couches D. On voit, encore à basse mer, à Saint-Aubin et à Lan-

grune, sur les couches à Crinoïdes, des bancs épais de 1 mètre, de calcaire blanc, grenu, rempli de grosses coquilles charriées, telles que Lima, Hippopodium, Arca, etc., en couches horizontales.

Couches E. Environ 5 mètres d'épaisseur d'alternances de couches formées d'argile bleue ou jaune, plus ou moins consolidée, par bancs horizontaux, renfermant des Zoophytes, des Bryozoaires, des Amorphozoaires très-nombreux, des Échinodermes, dans leur position normale, et beaucoup de Térébratules : tous ces fossiles non roulés et paraissant être déposés sous l'action passive d'un repos complet. On trouve ces couches horizontales, à Saint-Aubin, au-dessus des marées, à Langrune au-dessous, à la Délivrande et dans les carrières de Ranville.

Couches F. C'est une épaisseur d'environ 3 1/2 mètres formée de dépôts très-fins, qu'on voit à Saint-Aubin, dans la falaise, à Langrune, à mi-hauteur du balancement des marées, et qui devait avoir plus d'une lieue, si, toutefois, ces deux points sont, comme nous le croyons, la continuation du même banc. Cette surface est entièrement composée de Spongiaires fossiles dans leur position normale d'existence, sur lesquelles reposent souvent des coquilles de Pinnigènes, des Oursins avec leurs pointes entières, et tout ce qui constitue une faune sous-marine vivant dans le repos. Les dernières Spongiaires sont recouvertes par des lits argileux horizontaux.

Couches G. Environ 10 mètres d'épaisseur de couches formées d'un calcaire saccharoïde blanc, composées entièrement de débris de coquilles, de Bryozoaires, de Crinoïdes, de Zoophytes et de Spongiaires, formant de petits lits inclinés de 25 à 30 degrés au sud-est, séparés par quelques lits presque horizontaux rares. Ces couches se montrent dans la falaise de Langrune.

Couche H. Environ 2 mètres d'épaisseur d'une argile bleue ou jaunâtre, remplie de *Terebratula digona*, de Zoophytes, de Bryozoaires, dans leur position normale d'existence. Cette couche, qui traverse obliquement la falaise de Langrune se montre au pied de la falaise, au corps de garde entre Luc et Lion, et se perd, ensuite, sous les eaux de la mer. Cette argile forme des bancs horizontaux.

Couches I. C'est encore un calcaire identique aux couches G, épais de 7 mètres, également formé de lits inclinés de 25 à 30°, au sud-est, entre des lits horizontaux. Tous ces lits, sans exception, ont la même inclinaison, comme nous nous en sommes assuré pendant quatre mois de séjour spécial à Luc, et aucun n'a de pente opposée. C'est un fait incontestable, reconnu déjà par plusieurs personnes qui nous accompagnaient, et que, d'ailleurs, tout le monde peut vérifier sur les lieux. Ces couches à lits inclinés se continuent sans interruption depuis Langrune,

passant par Luc, jusqu'à Lion. On les revoit presque jusqu'à Caen, à Ranville, et nous les avons retrouvées jusqu'à Trarne.

§ 1995. **Puissance connue.** Nous évaluons la puissance de l'étage, sur la côte de Normandie, de 50 à 60 mètres

§ 1996. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous croyons que cet étage est un des plus curieux, sous ce rapport. Pour le prouver, envisageons-le sous divers points de vue.

*Parties de nivellement.* Nous considérons comme des matériaux de nivellement qui ont été déposés entre la fin de l'étage bajocien et le commencement de l'animation de l'étage bathonien, toutes ces couches les plus inférieures sans fossiles, qui forment les assises puissantes de Port-en-Bessin et de Sainte-Honorine (Calvados).

§ 1997. **Points littoraux des mers.** Par les coquilles flottantes d'Ammonites que renferment les couches, nous regardons comme s'étant déposées au niveau supérieur des marées les points suivants : Autour du plateau central, à Vézelay (Yonne); dans l'ilot du Var, à Brignoles; autour de l'ilot des Alpes, à la Clape, à Chaudon (Basses-Alpes); autour du Jura, à Saint-Rambert, à Culoz, à Montanges, à Apremont, à Ouilla-de-Brion ; à Géovressia, près de Nantua (Ain); autour du massif de la Bretagne, à Poitiers (Vienne); à Saint-Maixent, à Exoudun, à Niort (Deux-Sèvres); à Luçon, à Mansigny, à la Jard (Vendée); en Suisse, à Soleure et à Buchsiten. Stonesfield, en Angleterre, nous paraît un dépôt identique, caractérisé par les animaux entiers flottants. On remarquera que, comparativement aux autres étages, celui-ci ne montre que très-peu de dépôts littoraux. On n'en voit point, en effet, autour de l'île vosgienne, et ce n'est qu'une exception rare ailleurs. Ce qu'il y a encore de remarquable, c'est qu'à l'exception de Culoz, où les sédiments à gros grains oolithiques annoncent un dépôt formé sur une côte agitée, la nature fine des sédiments annonce, au contraire, sur tous les points, des dépôts plus ou moins tranquilles, comme ceux des golfes actuels ou des grandes baies.

§ 1998. **Points sous-marins voisins des côtes.** Par le nombre des coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, et le manque de coquilles flottantes, nous regardons, comme un dépôt fait à peu de profondeur au-dessous du balancement des marées, les couches des localités suivantes. Dans le Cher; dans l'Yonne, aux environs de Châtel-Censoir; dans la Côte-d'Or, à Bligny-sur-Ouche; dans le Var, à Roquevignon, près de Grasse; dans la Haute-Saône, à Port-sur-Saône, à Vaucheux, à Navenne; dans la Meuse, à Montainville; dans les Ardennes, au Chesne, à Poix; dans l'Aisne, à Éparcy, à la Folie-Not près d'Aubenton, à Bucilly, à la Reinette près d'Hirson; dans le Bas-Rhin, à Mietesheim, à Wolxheim; dans le Haut-Rhin, à Rœdersdorf; dans la Moselle, près de Longwy, de

**Metz; dans le Pas-de-Calais, à Marquise; dans le Calvados, les couches D, G et I (1) (§ 1994). En Angleterre, les couches d'Ancliff sont dans le même cas.**

§ 1999. **Points profonds des mers bathoniennes.** L'abondance de Mollusques bryozoaires et brachiopodes, de Crinoïdes, de Zoophytes et de Spongiaires nous porte à croire que les points suivants se sont formés à d'assez grandes profondeurs dans les mers. La couche à *Pentacrinus Butignieri* des environs de Montmédy (Meuse); les couches des environs de Mamers (Sarthe); les couches B, C, E, F et H, de la côte de Normandie (§ 1994). Il en est peut-être de même des couches sans fossiles A, et de celles de Chaumont (Haute-Marne); de Launoy (Ardennes), etc. Les couches de Bradford, près de Bath (Wiltshire), où M. Lyell cite ces colonies si remarquables d'Apiocrinus, se trouvent dans le même cas. Elles paraissent avoir été anéanties par des dépôts vaseux, comme les Spongiaires de Langrune.

§ 2000. Pour suivre sur un point la succession des phénomènes qui se sont passés, expliquons sous quelle influence ont dû se former les couches qu'on voit sur la côte du Calvados (§ 1994), et à Ranville, afin de comparer les phénomènes actuels aux phénomènes passés qui présidaient à ces dépôts. Par le manque de fossiles, on doit croire que les couches A ou se sont déposées dans une grande profondeur des mers, ou ne sont que des matières de nivellement apportées sur les derniers dépôts de l'étage bajocien, entre la fin de cet étage et le commencement de l'animalisation de l'étage suivant.

Les couches B, C, D (§ 1994) sur la côte, et la couche *a* de la coupe ci-jointe de Ranville (*fig.* 434), composées de couches horizontales, de gros sédiments et de restes seuls de Crinoïdes, se sont déposées sous l'action lente d'un dépôt sous-marin, dans des régions profondes.

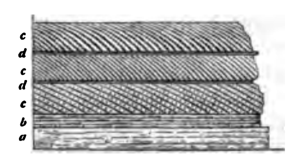


*Fig.* 434. Coupe prise à Ranville (Calvados).

Les couches E, F. L'abondance des Brachiopodes, des Bryozoaires, des Zoophytes et des Spongiaires qu'elles renferment dans leur position normale d'existence, où ils ont été recouverts de sédiments fins, annoncent que ce dépôt s'est formé dans le repos presque complet des eaux, ce qui n'existe aujourd'hui qu'à de grandes profondeurs. Il en est de même de la couche *b*, *fig.* 434.

(1) Nous avons recueilli, dans cette couche, un Helcion avec des bandes rayonnantes, formées des couleurs qu'il avait à l'état frais. C'est un exemple curieux de conservation.

Les couches G, I, (§ 1994) et *c*, *c*, *c*, de la *fig*. 484, formées de lits inclinés au sud-est, se sont certainement déposées sous l'action continue, et dans la même direction, de courants rapides allant du nord-ouest au sud-est, comme se forment aujourd'hui les bancs sous-marins et ceux des rivières soumises à l'action des courants (§ 83); mais on voit, par les petits bancs intermédiaires horizontaux *d*, *d*, *fig*. 434, que le courant par intervalles a perdu de sa force, et qu'il y a eu nivellement superficiel, comme pourrait le faire un raz de marée. On voit encore, que ces courants ont même cessé tout à fait, lors du dépôt de la couche H, pendant lequel le calme complet a permis à des êtres de vivre aussi tranquillement que ceux des couches E et F. Ces détails spéciaux démontrent que des périodes de repos et d'agitation se sont succédé sur ce point, et que l'application raisonnée et comparative des causes actuelles peut souvent nous donner quelques détails intéressants sur l'état passé des anciennes mers géologiques, et sur la force et la direction des agents charrieurs auxquels elles étaient soumises.

§ 2001. L'un des faits les plus curieux que nous puissions déduire de la nature des sédiments se trouve encore, dans l'étude de ces dépôts, sous l'influence des courants. Nous avons vu ces dépôts, larges de 15 kilomètres, couvrir une longueur de 25 kilomètres environ, depuis Bernière jusqu'à la Dive, et avoir *invariablement* leur inclinaison au sud-est; ce qui prouve qu'ils étaient formés par des courants marchant du nord-ouest au sud-est, pendant une partie de la période bathonienne. Nous avons vu par les corps flottants la ligne côtière de l'étage bajocien se diriger de Sainte-Honorine, à Moutiers et à Falaise (§ 1970). Reliés ensemble sur la carte, ces points donnent une ligne droite N.-O et S.-E. : direction que suivent les courants qui déposaient les couches inclinées de l'étage bathonien. Il en résulte que, parallèlement au littoral, dans la direction du nord-ouest au sud-est, il y avait, à distance de la côte, un courant sous-marin durant les dépôts de l'étage qui nous occupe.

§ 2002. La côte de Normandie est, sans contredit, la plus instructive en géologie. Rien n'est plus curieux en effet, à Saint-Aubin, que cet assemblage de Bryozoaires (couche E, § 1994), dans leur position normale d'existence, ou ces Spongiaires qui offrent leurs entonnoirs irréguliers, à Langrune (couche F), et sur lesquelles on peut marcher l'espace de près d'un kilomètre. Il semblerait que la mer de l'étage vient de se retirer et de montrer encore intacte la faune sous-marine de cette époque telle qu'elle a vécu, comme si un voile se levait sur ces époques si reculées de l'âge du monde.

§ 2003. **Perturbation finale.** Nous avons des traces encore visibles de la perturbation finale de l'étage. Comme pour les étages toarcien

(§ 1951) et bajocien, nous regardons comme telle la présence, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres), à Mansigny (Vendée), l'un sur l'autre, dans la même carrière, de deux dépôts côtiers de l'étage bathonien et de l'étage callovien. Nous regardons encore comme tel le fait que nous avons observé à Lion, à Hermanville, à Colleville, à la roche de Sallenelles (1) (Calvados), où les dernières couches I (§ 1994) de la falaise de la côte ont été usées, corrodées, polies par les eaux, avant que les premières couches argileuses, calloviennes s'y soient déposées. A voir cette surface polie avant ces premiers dépôts, et comme rongée, on acquiert la certitude que cette roche était déjà consolidée avant que les premiers êtres de l'époque suivante s'y fussent déposés, ce qui amène à croire qu'un laps de temps considérable s'est passé entre la fin de l'un et le commencement de l'autre (§ 170), résultat qui coïncide parfaitement avec les limites des faunes respectives. Peut-être devons-nous regarder comme moteur de ce mouvement le vaste affaissement du nord de la Russie, qui a permis, à la fin de cette époque, aux mers jurassiques, d'envahir des continents depuis longtemps exhaussés.

§ 2004. **Caractères paléontologiques.** Avec une disparité presque complète des espèces, avec un grand nombre de formes nouvelles inconnues jusqu'alors, la faune de l'étage bathonien offre beaucoup des caractères généraux de la faune précédente. En voici, cependant, les caractères distinctifs.

*Caractères négatifs tirés des genres.* L'étage se distingue de l'époque bajocienne, par les 7 genres morts dans l'étage bajocien (§ 1980), sans passer à celui-ci.

§ 2005. L'époque bathonienne se distingue encore de l'étage suivant, par 2 genres de Céphalopodes de notre tableau n° 6, qui manquent encore dans celle-ci et ne paraissent que postérieurement.

§ 2006. *Caractères positifs tirés des genres.* Pour séparer l'étage bajocien de l'étage bathonien, nous avons les 44 genres qui, encore inconnus dans le premier, n'ont paru qu'avec le second ; tels sont : parmi les animaux regardés comme Mammifères, les genres *Phascolotherium*, *Thylacotherium* ; parmi les Reptiles, les genres *Pœcilopleuron*, *Toleosaurus*, *Megalosaurus* et *Testudo* ; parmi les Poissons, les genres *Pristacanthus*, *Psittacodon*, *Ganodus*, *Ctenolepis*, *Ophiopsis* ; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Bulla*, *Rissoina*, *Pileolus*, *Solarium* et *Rimulina* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Pinnigena*, *Anomya*, *Lavignon* et *Lithodomus* ; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Eschara*, *Terebripora*, *Defrancia*, *Actinopora*,

(1) M. Deslonchamps avait reconnu le fait de l'usure, depuis 1835. C'est l'un des plus curieux et des plus instructifs.

*Reticulipora*, *Cricopora*, *Spiropora*, *Acanthopora* et *Tilesia*; parmi les Échinodermes, les genres *Acrocidaris*, *Polycyphus*, *Pygaster*, *Comatula*, *Apiocrinus* et *Millericrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Gonabacia*, *Dactylocœnia*, *Microsolena*, *Enallhelia*, *Confusastrea*, *Oculina*, *Cryptocœnia* et *Meandrina*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Actinospongia*.

§ 2007. Pour séparer l'étage de l'époque suivante, nous avons 10 genres qui, nés avec l'étage bathonien, se sont probablement éteints dans cette période, puisque nous ne les connaissons pas dans les âges suivants : parmi les Mammifères, les genres *Phascolotherium* et *Thylacotherium*; parmi les Reptiles, le genre *Pœcilopleuron*; parmi les Poissons, les genres *Pristacanthus*, *Ganodus* et *Ctenolepis*; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Tilesia*; parmi les Zoophytes, les genres *Gonabacia* et *Dactylocœnia*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Actinospongia*; et les 4 genres suivants, qui, antérieurement nés, s'y sont également éteints : parmi les Poissons, les genres *Leptacanthus*, *Ceratodus*; parmi les Échinodermes, le genre *Cyclocrinus*; parmi les Bryozoaires, le genre *Terebellaria*. En tout 14 genres.

§ 2008. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Les caractères positifs que donnent les espèces viennent se joindre à ceux donnés par les genres. Nous connaissons, en effet, en dehors des espèces d'animaux vertébrés et annelés, en dehors des espèces de végétaux, et seulement en animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 546 espèces dont nous donnons les noms, la synonymie et la localité dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. I, p. 296 et suivantes) (1). Sur ce nombre, ôtons, d'abord, les 7 espèces citées comme se trouvant à la fois dans l'étage bajocien (§ 1981), et les 4 espèces suivantes qui se rencontrent dans l'étage callovien.

| | |
|---|---|
| Ammonites hecticus, Hartm. | Ammonites Herveyi, Sow. |
| A. macrocephalus, Schloth. | Lyonsia peregrina, d'Orb. |

Il nous restera encore, comme caractéristiques de cet étage, 535 espèces. Sur ce nombre, les plus communes et les plus répandues sont les suivantes :

| MOLLUSQUES. | N^os du Prodrome. | | N^os du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Ammonites discus. | 3 | Nerinea implicata. | 35 |
| — planula. | 6 | Natica Actæa. | 51 |
| — bullatus. | 15 | Nerita minuta. | 56 |
| — subbakeriæ. | 21 | Pileolus lævis. | 59 |
| | | Panopæa decurtata. | 153 |

(1) Voyez aussi, pour les Céphalopodes et les Gastéropodes, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, où les espèces de France sont figurées et décrites.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Pholadomya gibbosa. | 156 | Rhynchonella decorata. | 430 |
| — Murchisoni. | 158 | Terebratula digona. | 350 |
| — angulifera. | 159 | ÉCHINODERMES. | |
| Lyonsia peregrina. | 169 | Clypeus patella. | 400 |
| Pecten vagans. | 321 | Holectypus depressus. | 408 |
| Ostrea acuminata. | 337 | Apiocrinus Parkinsoni. | 428 |

Nous donnons ici quelques figures de la faune de cette époque (*fig.* 435 à 444).



*Fig.* 435. Thylacotherium Prevosti.





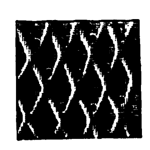
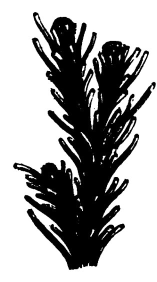


*Fig.* 437. Eschara Ranvilliana.



*Fig.* 436. Ammonites bullatus.





Grossie.

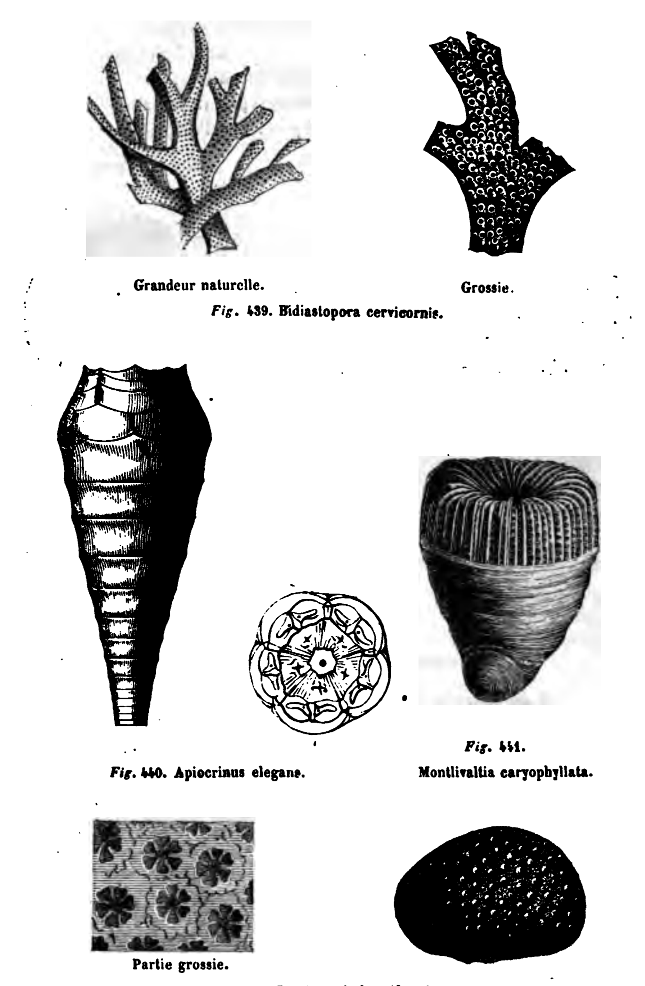


Grandeur naturelle.

*Fig.* 438. Entalophora cellarioides.

§ 2009. **Chronologie historique.** A la fin de l'étage précédent, par

suite des perturbations géologiques (§ 1986), se sont éteints avec les



Grandeur naturelle. Grossie.

*Fig.* 439. Bidiastopora cervicornis.

*Fig.* 440. Apiocrinus elegans.

*Fig.* 441. Montlivaltia caryophyllata.

Partie grossie.

*Fig.* 442. Cryptocœnia bacciformis.

plantes, 7 genres d'animaux (§ 1980), et 696 espèces d'animaux mol-

lusques et rayonnés (§ 1981), sans compter les espèces des autres

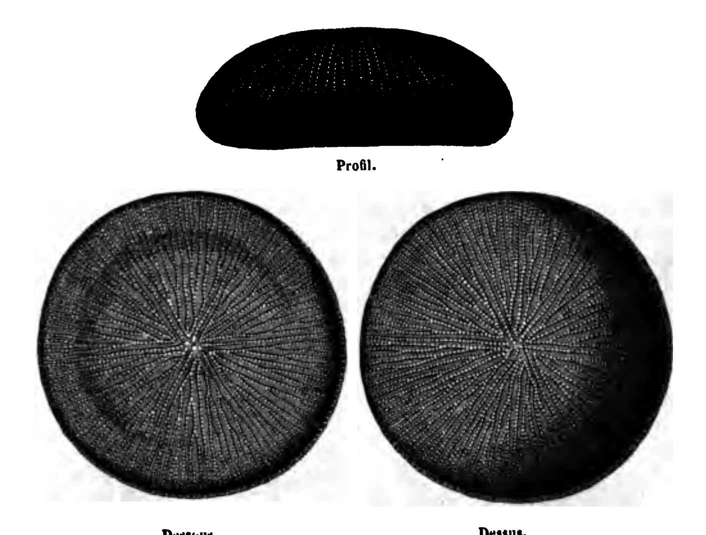



*Fig.* 443. Anabacia orbulites.

embranchements. Après cet événement, le calme revenu dans les mers et sur les continents, la nature s'anime de nouveau. Il naît 44 genres jusqu'alors inconnus, et 542 espèces de mollusques et d'animaux rayonnés, indépendamment des autres animaux et des nombreuses plantes qui nous sont connues.



*Fig.* 444. Lymnorea Michelini.

§ 2010. Les mers bathoniennes (*voyez* étage 11 de notre carte, *fig.* 408) occupent les mêmes bassins, en se rétrécissant, néanmoins, sur tout leur pourtour, par des atterrissements successifs et littoraux. Sur les régions du nord de la France, la mer anglo-parisienne s'est pourtant accrue d'une surface assez grande, par suite de l'affaissement, dans le Boulonnais, d'un lambeau de l'étage carboniférien ; c'est un point sur lequel, jusqu'à présent, nous n'avions pas vu de terrains jurassiques.

D'un autre côté, les mers se sont retirées de l'intervalle compris entre Conlie et Avoise (Sarthe).

§ 2011. Pour la même raison, les points continentaux, accrus partout sur leur pourtour, restent, cependant, peu différents de ce qu'ils étaient pendant les étages précédents; seulement les continents ont diminué, au nord de la France, de toute la partie gagnée par la mer dans le Boulonnais.

§ 2012. Avec de grands Reptiles des genres déjà cités vivaient, dans ces mers ou sur leur littoral, des *Pœcilopleuron*, des ***Teleosaurus*** et des ***Megalosaurus***, autres reptiles non moins curieux. Beaucoup de Poissons, de Mollusques et d'animaux rayonnés, jusqu'alors inconnus, se mêlaient à des genres déjà existants dans les autres étages, parmi lesquels nous pouvons citer des Bulla, des Pinnigena, beaucoup de Bryozoaires, d'Échinodermes, de Zoophytes et de Spongiaires testacés. On connaît,



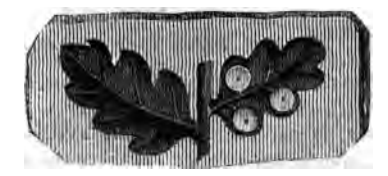


*Fig.* 446. Coniopteris Murrayana.

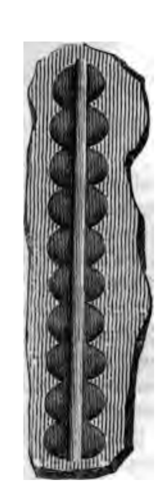
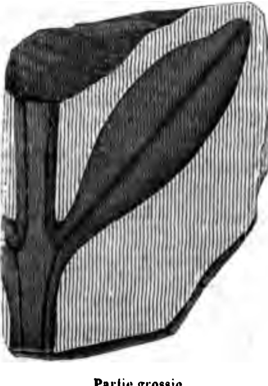


*Fig.* 447. Pecopteris Desnoyersii, Brong.

en plantes marines, le Sphærococcites ramulosus, Sternb. de Stonesfield.

§ 2013. La faune terrestre, avec des tortues, présentait, sans doute, beaucoup d'animaux de toutes les classes, qui ne se sont pas conservés dans le sein de la terre et ne sont pas arrivés jusqu'à nous. C'est à cette époque que vivaient des *Phascolotherium* et des *Thylacotherium*, que les auteurs croient être des Mammifères. En séparant de la flore des terrains oolithiques de M. Brongniart les espèces qui, par les localités qu'indiquent les auteurs, nous paraissent dépendre de cet étage, nous aurons la liste suivante, dont nous donnons quelques figures (*fig.* 445 à 448).



Partie grossie.



*Fig.* 445. Pachypteris lanceolata.

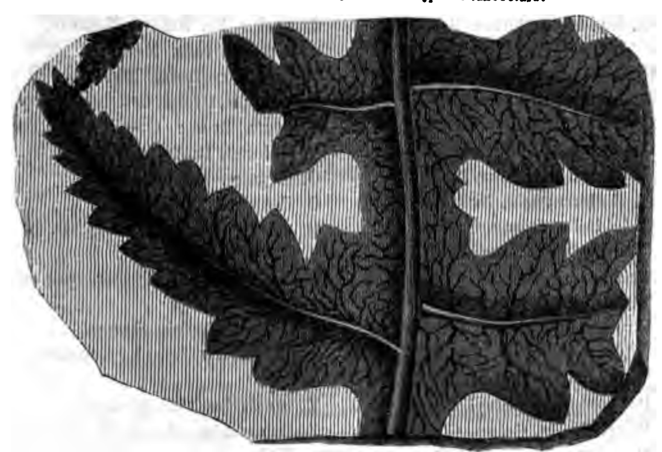


*Fig* 448. Phlebopteris Phillipsii.

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Cyclopteris digitata, Brong. Gristhorpe-Bay.
Sphenopteris arguta, L. et H. G.-B.
S. crenulata, Brong. G.-B.
S. denticulata, Brong. G.-B.
S. hymenophylloides, Brong. G.-B.
S. Williamsonis, Brong. G.-B.
S. cysteoides, L. et H. Stonesf.
Hymenophyllites macrophyllus, Gœpp. Stonesf., Morestel.
Pachypteris ovata, Brong. Saltwick.
P. lanceolata, Brong. S. (*fig.* 445).
Coniopteris athyrioides, Brong. S.
C. Murrayana, Brong. Gristhorpe-Bay. (*fig.* 446).
Pecopteris Phillipsii. Brong. G.-B. Cayton (Yorkshire).
P. denticulata, Brong. G.-B.
P. serrata, L. et H. G.-B.
P. Desnoyersii, Brong. Mamers.
P. Reglei, Brong. Mamers.
Cladophlebis tenuis. Brong. Gristhorpe-Bay.
C. Whitbiensis, Brong. G.-B.
C. dentata, Brong. G.-B.
C. ligata, Brong. G.-B.
C. Williamsonis, Brong. G.-B
C. recentior, Brong. G.-B.
C. Haiburnensis, Brong. G.-B.
C. lobifolia, Brong. G.-B.
C. undulata, Brong. G.-B
Tæniopteris vittata, Brong. G.-B.
T. latifolia, Brong. Stonesf.
Phyllopteris Phillipsii, Brong. Gristhorpe-Bay.
Sagenopteris Huttoni, Brong. G.-B.
Polypodites Lindleyi, Gœpp. G.-B.
P. crenifolia, Gœpp. G.-B.
P. undans, Gœpp. G.-B.
Phlebopteris polypodioides, Brong. G.-B.
P. contigua, L. et Hutt. G.-B.
Camptopteris Phillipsii, Brong. G.-B.
Tympanophora simplex, L. et H. G.-B.
T. racemosa, L. et H. G.-B.

MARSILÉACÉES.

Baiera Huttoni, Fr. Braun. G.-B.
B.? furcata, F. Braun. G.-B.
Sphæreda paradoxa, L. et H. G.-B.

LYCOPODIACÉES.

Lycopodites falcatus, L. et Hutt.
Isætites Murrayana, L. et H. G.-B.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetites lateralis, L. et H. Haiburn-Wyke.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES.

Otozamites Bucklandii, F. Braun. Mamers, Valog.
O. Bechii, Fr. Braun. Mamers.
O. lagotis, Brong. Mamers.
O. hastatus, Brong. Mamers.
O. Youngii, Brong. Gristhorpe-Bay.
O. acuta, Brong G.-B.
O. Goldiæi, Brong. G.-B.
O. elegans, Brong. G.-B.
O. Beanii, L. et H. G.-B.
O. acuminata, L. et H. G.-B.
O. lævis, Brong. G.-B.
Zamites pectinata, Brong. Stonesf. Saltwick.
Z. distans, Sternb. Stonesf.
Z. undulatus, Sternb? Gristhorpe-Bay.
Z. longifolius, Brong. G.-B.
Z. lanceolatus, L. et H. Haburn-Wyke.

Z. gigas, L. et H. (*Mantelli*, Br.), près de Scarborough.
Z. patens, Brong. Stonesf.
Z. taxina, L. et H. Stonesf.
Z. pecten, L. et H. G.-B.
? Pterophyllum Ocynhausianum, Gœpp. Silésie.
? P. Carnallianum, Gœpp. S.
? P. propinquum, Gœpp. S.
P. ? tenuicaule, Morris. G.-B.
P. minus, Brong. G.-B.
P. Nilsoni, L. et H. G.-B.
Ctenis falcata, L. et H. G.-B.
Cycadoidea squamosa, Brong. Stonesf. (Bucklandia squamosa, Brong. Prod.).

CONIFÈRES.

Thuites divaricatus, Sternb. Stonesfield.
T. ? expansus, Sternb. S.
Brachyphyllum mamillare, Brong. S. Haiburn-Wyke.
B. acutifolium, Brong. S. Gristhorpe-Bay.
Palissya ? Williamsonis, Brong. G.-B. (Lycopodites Williamsonis, Brong. G.-B.).
P. ? patens, Brong. Hoer. (Lycopodites patens, Brong. Prod.).
Taxites podocarpoides, Brong. Stonesf.

§ 2013 *bis*. Un des moteurs du mouvement géologique qui a terminé l'époque bathonienne se trouve, dans l'affaissement, sur tout le centre et le nord de la Russie (§ 1991), du continent exhaussé à la fin de l'étage permien, qui a permis à la mer callovienne de niveler ces régions, en même temps qu'elle envahissait, dans l'Inde, la province de Cutch, et qu'elle couvrait la Sarthe. Nous avons encore en France, même sur les points où les couches sont concordantes, des signes certains de ce mouvement, donnés par les dépôts littoraux superposés. Les résultats de ce mouvement ne sont pas moins visibles. Nous avons cité le polissage des couches supérieures à Lyon (§ 1003), ce qui dénote un long mouvement des eaux; nous avons enfin l'anéantissement complet de la faune et de la flore. Tout coïnciderait donc : les causes et les effets, pour prouver que l'étage bathonien a été séparé des autres, par une perturbation géologique d'égale valeur à ce que nous avons vu pour les étages paléozoïques, sur lesquels personne aujourd'hui n'ose élever de doutes (§ 1737, 1767 et 1791).

## 12e Étage : CALLOVIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Rhynchoteuthis* et *Palæoteuthis*.

Continuation du règne précédent.

*Zone* des *Ammonites : Lunula, Athleta, Coronatus, Jason*; de la *Trigonia elongata*, du *Plicatula peregrina*, des *Ostrea dilatata* et *Alimena*, du *Terebratula diphya*.

§ 2014. **Dérivé du nom.** Nous arrivons à l'horizon géologique le mieux

circonscrit, le plus répandu en Europe et ailleurs, et pourtant le moins connu. Confondu avec l'étage oxfordien, lorsqu'il se montrait sous des formes argileuses, ou avec l'oolithe inférieur (étage bajocien) lorsque ses couches étaient plus ou moins ferrugineuses, à peine le trouvons-nous séparé des autres étages, sous un seul nom bien spécial. En effet, sous la dénomination de *Kelloway-Rock*, M. Phillips l'a parfaitement indiqué ; et nous n'avons pas cru devoir mieux faire, il y a quelques années, que de consacrer l'observation du savant géologue anglais, en le nommant l'étage callovien (1), laissant ainsi subsister *Kelloway* pour le type anglais, mais faisant disparaître tous les noms tirés des fossiles ou de la nature minéralogique, qui, comme on le verra, n'ont pas d'acception générale.

§ 2015. **Synonymie.** D'après ses dérivés, la synonymie peut se diviser : *Suivant la superposition*, c'est l'*Oxfordien inférieur* ou *kellovien*, d'Orb. 1844.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est l'*Oolithe inférieur* de quelques géologues français (mais non l'*Oolithe inférieur* des Anglais, étage 10e) ; le *Kelloway-Rock*, de M. Phillips ; ce sont les *Marnes moyennes avec minerai de fer oolithique*, de M. Thirria ; les *Marnes oxfordiennes avec oolithe ferrugineux*, de M. Thurmann ; l'*Argile de Dives*, des géologues normands ; le *Minerai de fer oxfordien*, de M. Boyé ; l'*Oolithe ferrugineux de l'Oxford-Clay*, de M. Gressly ; le *Fer oolithique sous-oxfordien*, de M. Marcou ; le *Fer de l'oxfordien*, de M. Mérian ; l'*Oolithe ferrugineux*, de M. Mandelsloh, mais non celle des Normands ; le *Walker-Erde* et l'*Oxford-Thon*, de M. Rœmer ; partie du *Brauner Jura* (le *Jura brun*), des Allemands et de M. Quenstedt ; l'*Ornatenthon*, partie du Jura brun de M. Schmidt. *Suivant les fossiles*, c'est la *Calcaria ammonitica* (le *Calcaire ammonitifère*), de MM. Pasini, de Zigno et de Curioni.

*Type français*. Dives (Calvados), Pizieux (Sarthe), Pas-de-Jeu (Deux-Sèvres), la Voulte (Ardèche). *Type anglais* : Kelloway.

§ 2016. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 12 de notre carte, *fig*. 408.) Les recherches prolongées que nous avons faites sur le sol de la France nous permettent aujourd'hui de prouver que l'étage callovien forme, sans contredit, l'horizon géologique le plus facile à distinguer, et surtout celui qui se montre partout de la manière la plus évidente. Comme les autres, il suit la même répartition géographique autour des bassins, et n'est qu'un complément régulier de ce grand système jurassique. Les lignes que nous allons suivre le prouveront.

(1) Sous le nom d'étage *kellovien*, que M. Agassiz nous a emprunté, il a confondu deux des étages les plus distincts : celui qui nous occupe et l'étage bathonien (Voyez son *Catalogue des Échinides*).

Nous ne suivrons, plus maintenant, les étages au pourtour du plateau central, puisque l'étage précédent semble combler le détroit vosgien qui le séparait des Vosges, et que la mer anglo-parisienne ne communique plus, désormais, sur ce point, avec la mer jurassique méditerranéenne ; mais nous parcourrons, successivement, le pourtour de la mer anglo-parisienne, en prenant l'étage à ses dernières limites françaises, sur les bords de la Manche, dans le département du Pas-de-Calais, à Vaast, près de Colembert, à Lottinghen, où il forme un lambeau isolé avec l'étage bathonien, et les autres étages jurassiques supérieurs. Il reparaît ensuite dans les Ardennes, où il forme une bande très-prononcée qui passe à Launoy et au-dessous de Neuvizy ; dans la Meuse, au fond de la vallée de Crué, à Montsec, à Marville, à Danvillers. Dans les Vosges, à Lifol, près de Neufchâteau, il commence un horizon exploité partout comme fer oolithique, et se continue dans la Haute-Marne, à Montsaon, à Marault, près de Chaumont, à Château-Vilain ; dans la Côte-d'Or, à Châtillon-sur-Seine ; dans l'Yonne, à Cucy et jusqu'à Flogny. Dans la Nièvre, bien que sous une forme minéralogique tout à fait différente, on le voit à Nevers ; dans le Cher, entre Meillan et Dun-le-Roi.

De l'autre côté de la mer anglo-parisienne, autour du massif breton, nous prenons l'étage callovien sur la côte du Calvados, où il offre une immense puissance, depuis Lion (sur l'étage bathonien), Dives, Beuzeval, Auberville, Villers, Benerville jusqu'à Trouville, où il plonge sous les autres étages (*fig.* 428, étage 12, *a*, *b*). Dans l'Orne, il n'est pas moins développé, à Sainte-Scolasse-sur-Sarthe, ainsi que dans la Sarthe, où il couvre une très-large surface dans les communes de Pizieux, de Commerveil, de Gourgains, de Marolles, de Nouan, de Mareschè, de Beaumont, de Chauffour, de Domfront, de Saint-Pierre-des-Bois, etc., etc., et se cache ensuite sous les terrains crétacés, pour reparaître au sud de la Loire, dans les Deux-Sèvres, à Pas-de-Jeu, à Oiron, à Taizé, près de Thouars, à Poitiers (Vienne). C'est avant cette époque que le détroit breton a cessé de communiquer avec la mer pyrénéenne.

La mer jurassique anglo-parisienne trouve sa continuation en Angleterre, de l'autre côté de la Manche, où l'étage forme une bande à l'est des étages déjà cités, qui commence dans le Dorsetshire, et passe dans le Wiltshire, à Christian-Malford, à Chippenham, à Devise ; dans le Gloucestershire, à Petty-France ; dans l'Oxfordshire, dans le Bedfordshire, dans le Northamptonshire, à Bulwick, dans le Ruthland, dans le Lincolnshire, et enfin dans le Yorkshire, à Hacknesse, à South-Cave, à Scarborough, à Malton, à Wheatcrofts.

Si nous passons de l'autre côté du détroit breton, dans la mer pyrénéenne, nous suivons l'étage dans les Deux-Sèvres, à Exoudun, près de

la Mothe-Saint-Héraye, à Saint-Maixent, à Niort même; dans la Vendée, à Mansigny, sur le bord de la Vendée, à Saint-Michel-en-l'Herm, et jusqu'à Lajard.

Dans la mer jurassique méditerranéenne, autour du plateau central, nous retrouvons l'étage, dans la Haute-Marne, à Vesaigne sous la Fauche; dans Saône-et-Loire, à Tournus; dans l'Ardèche, le point où il est avec ses *caractères les plus certains* se trouve à la Voulte, à Saint-Alban, à l'Auréoles; et dans le Gard, à Chassagnes, jusqu'à Charelle; et même dans l'Hérault, jusqu'à Saint-Maurice et Saint-Michel. — Autour de l'îlot du Var, dans les Bouches-du-Rhône, on le voit au Mont-Olympe, à Saint-Savournin, près d'Aix. — Sur le versant occidental des Alpes, dans le Var, on le voit à Rians; nous l'avons reconnu sur la route de Grasse à la Malle; il existe encore à Saint-Auban; dans le département de Vaucluse, à Puymeras, à Gigondas, à Lafare, au Grand-Montmirail; partout dans les Basses-Alpes, aux Blaches-la-Jaby, près de Castellanne, à la Clape, près de Barrême, à Chaudon, et jusqu'à Digne; dans les Hautes-Alpes, à Aspres-les-Vignes, à Sainte-Marguerite, à la Justice, près de Gap; dans l'Isère, à Noyaret et à la Porte-de-France, près de Grenoble.

Dans le Jura, l'étage est très-développé; on l'y voit en couches épaisses: — dans l'Ain, près de Saint-Rambert, de Bellay, de Nantua, de Chanas et de Puimeras, d'où il s'étend jusqu'au Mont-du-Chat, en Savoie; dans le Jura, à Clucy-les-Viouses, à Andelot, près de Salins, au Mont-Orient; dans le Doubs, à Mémont, à Fontenelay, à Rahon, près de Jeancey, à Rosureux, etc.

Si nous commençons à chercher hors de France la continuation de la mer jurassique méditerranéenne durant l'étage callovien, nous le retrouvons parfaitement caractérisé : en Savoie, au Mont-du-Chat, près de Chambéry; dans le Piémont, à la vallée de Saint-André, près de Nice; dans le Vicentin, à Voldagna, au val Dei Pace. Nous l'avons parfaitement reconnu par les fossiles qui nous ont été adressés par MM. de Zigno et de Curioni de la montagne Trevigiano, des environs de Padoue, du Tyrol. — Il existe, en Suisse, dans le canton de Vaud, à Épausats, à la Dent-de-Vaulion; dans le canton de Berne, à Nauffen, à Dettingen, au Mont-Terrible, à Haffelegg, près d'Aarau, à Reginbourg, près de Délemont, dans la vallée de Laufen; dans le canton de Soleure, à Goldenthal, à Horlang, à Ring.

En Espagne, quelques fossiles, rapportés par M. Paillette, nous donnent la certitude qu'il s'y rencontre dans le royaume de Valence. MM. de Verneuil et de Lorière l'ont rencontré dans la province de Teruel, à Frias, à Calomarde, à Villar-del-Cabo. Nous savons encore qu'il se trouve en Bavière, à Ratisbonne; dans le Wurtemberg, à Gamelshausen,

à Gœppingen, à Staufenberg, à Donsdorf, à Geislingen; à Hohénstein (Saxe); à Ellengen; en Pologne, à Czarny-Dunages, près de Chochotow.

En Russie, nous l'avons reconnu sur des fossiles rapportés de Crimée, par M. Hommaire de Hell, de Kobsel, à l'est de Soudagh. D'après les recherches de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, on voit l'étage reparaître sous l'étage oxfordien, dans le gouvernement de Tambof, à Jelatma sur l'Oka; dans le gouvernement de Moscou, à Koroshovo, près de Moscou; et dans la Russie septentrionale, sur les rivières Ischma, Sissola, Wotscha et Visinga, où M. de Keyserling l'a observé. Il est même probable, par ces traces, que l'étage existe partout en Russie, sous l'étage oxfordien, si bien développé jusqu'au nord de l'Oural.

D'après l'intéressant mémoire publié par M. Grant, nous avons reconnu l'étage on ne peut mieux caractérisé par les fossiles figurés qui se trouvent dans l'Inde, sur toute la province de Cutch, et principalement près de Charée, à Shahpoor, au nord de Bhooj, à Kunteste, à Mhurr, à Dookenarra, dans le Runn, à Joorea-hill, à Hublye-hill, à Charwrarange; dans le désert au nord-est de Cutch, où il forme des bandes dirigées presque de l'est à l'ouest. La chaîne de l'Himalaya en montre à Peckhurt, à 3,000 mètres au-dessus de la mer, et à Sulgraneer, dans le Népaul. C'est, au moins, la conclusion que nous tirons des fossiles communiqués par M. Murchison L'extension géographique que nous venons de parcourir rapidement prouve combien cet étage est répandu sur le globe.

§ 2017. **Stratification.** (*Voyez* sur nos coupes l'étage 12e, *fig.* 393, 416, 424, 488 et 433.) Sur les points de France où l'étage callovien recouvre l'étage bathonien, et c'est presque partout, il suit une stratification uniforme et concordante avec ce dernier et les étages précédents. Il paraît en être de même en Angleterre, en Allemagne et en Suisse. Cette concordance parfaite annonce que l'étage callovien a succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage bathonien. Voici pour l'âge. Voyons maintenant les limites.

§ 2018. **Discordances.** Les limites inférieures sont très-largement tracées, comme nous l'avons fait remarquer aux limites supérieures de l'étage bathonien (§ 1991), au polissage des couches supérieures (§ 1003), qui coïncident avec les limites des faunes. Pour limites supérieures, nous avons des discordances d'isolement, dans la province de Cutch, où l'étage callovien se trouve sans l'étage oxfordien qui lui est partout superposé sur les points où les choses ont suivi leur cours régulier. Ce manque de l'étage supérieur annonce certainement une différence de niveau sur ce point, et dès lors un exhaussement des masses qui le supportent, à la fin de l'étage callovien. La superposition, sur le même lieu,

comme à Villers (Calvados), à Niort (Deux-Sèvres), d'un dépôt littoral fait au niveau des marées, des deux étages callovien et oxfordien, annonce encore un mouvement d'affaissement local entre les deux.

§ 2019. **Composition minéralogique**. Comme nous l'avons déjà fait entrevoir, la différence complète de composition minéralogique de cet étage, suivant les lieux, a été cause de beaucoup d'erreurs géologiques; et quoiqu'il soit partout dans la même position stratigraphique, par rapport aux étages inférieurs et supérieurs, il n'en a pas moins souvent été méconnu, par suite de préoccupations minéralogiques Nous avons déjà donné beaucoup d'explications sur ce sujet; mais nous espérons que nos considérations sur les causes actuelles du synchronisme des dépôts de diverse nature (§ 78 et suiv.), joint à la constance de cet étage, qu'on pourra vérifier sur tous les points que nous avons indiqués, justifieront nos divisions géologiques, basées d'abord sur la stratification rigoureuse et sur l'identité de la faune renfermée dans ces couches d'aspect si différent. Citons d'abord quelques faits extrêmes. Tout le monde connaît aux Vaches-Noires, communes de Dives et de Villers (Calvados), ce développement immense de couches d'argile noire connue sous le nom d'*argile de Dives*; c'est un des facies minéralogiques de l'étage callovien, qu'on retrouve avec la même couleur, mais plus ou moins passé à l'état de calcaire, auprès de Rians, d'Aix, de Castellanne, de Digne, de Gap, dans les Alpes; en Russie et en Asie. Un second facies minéralogique est l'état de calcaire argileux entièrement blanc comme de la craie, qui se rencontre entre Meillan et Dun-le-Roi (Cher); à Tournus (Saône-et-Loire); à Niort. Le troisième a la forme de fer limoneux hydraté, comme on le voit à la Voulte; de fer oolithique, ou d'oolithe ferrugineux exploité comme minerai de fer dans les départements des Vosges, à Lifol; de la Haute-Marne, à Marault, près de Chaumont; dans l'Yonne, à Châtillon-sur-Seine; au Mont-du-Chat (Savoie); à Chanas, à Saint-Rambert, dans l'Ain, et dans le Jura. Entre ces extrêmes il existe, sur d'autres points, des roches de compositions intermédiaires, comme le calcaire argileux oolithique plus ou moins ferrugineux de la Sarthe, de Pas-de-Jeu, près de Thouars; les calcaires jaunâtres ou blanchâtres, grenus ou compactes de Saint-Maixent, de la Vendée, de Puymeras et de Gigondas; les argiles grises de Mémont (Doubs); de Vaast (Pas-de-Calais); de Launoy (Ardennes). Par ce qui précède, on juge que toutes les couleurs, toutes les compositions minéralogiques de roches, se trouvent, simultanément, sur des points différents de cet étage, toujours placés dans la même position stratigraphique, et contenant les mêmes fossiles nombreux et caractéristiques. On peut, dès lors, apprécier combien ce caractère est illusoire, lorsqu'on veut l'employer généralement. Il ne peut, tout au plus, qu'aider à re-

connaître, sur chaque point en particulier, par la nature différente des étages supérieurs et inférieurs, leurs limites respectives sur ce point; mais il faudra, chaque fois qu'on changera de lieu, prendre de nouveaux caractères différentiels. Nous avons vu, par exemple, à Ranville (Calvados) les dernières couches bathoniennes être jaunâtres et formées de coquilles et de polypiers roulés, tandis que les premières couches calloviennes sont formées d'argile grise. Nous voyons les couches oolithiques ferrugineuses de l'étage callovien de Chaumont (Haute-Marne) reposer sur les couches bathoniennes formées de calcaires blanchâtres compactes sans oolithes, etc., etc.

Pris sur un point particulier, l'étage varie aussi de composition. S'il est dans toute l'immense puissance de l'étage, à Villers, composé d'argile bleue ou noirâtre sans oolithe, dans la Sarthe, ces couches inférieures sont argileuses, bleuâtres, sans oolithe; les couches moyennes d'un calcaire ferrugineux oolithique, et les couches supérieures d'un calcaire blanchâtre grenu, sans oolithes.

§ 2020. **Puissance connue.** En réunissant toutes les couches plongeant à l'est qui composent l'étage, depuis Lion, Dives jusqu'à Villers, (Calvados), on peut évaluer à 150 mètres, environ, la puissance de l'étage, comme maximum connu.

§ 2021. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Cherchons dans la nature des dépôts quelques zones de profondeur.

*Points littoraux des mers.* Il est peu d'étages qui offrent un plus grand nombre de points littoraux des anciennes mers jurassiques que celui qui nous occupe. Il montre, en effet, presque partout les anciennes côtes des bassins. L'indication des points où nous les avons reconnus, par le nombre des coquilles flottantes ou des animaux vertébrés entiers, en donnera une idée. Parcourons d'abord le pourtour de la mer anglo-parisienne. Nous les voyons à Vaast, près de Colembert, à Lottinghen (Pas-de-Calais). A Lifol (Vosges) commence un littoral pour ainsi dire non interrompu, qui passe à Marault, près de Chaumont, à Châteauvilain, à Vesaignes sous la Fauge (Haute-Marne); à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or); à Cucy (Yonne); à Nevers (Nièvre); près de Dun-le-Roi (Cher), à Oiron, à Pas-de-Jeu (Deux Sèvres); à Chauffour, Beaumont, Gourgain, Pizieux (Sarthe); à Sainte-Scolasse-sur-Sarthe (Orne); à Dives, à Villers (Calvados). Si nous pénétrons dans la mer pyrénéenne par le détroit breton, nous retrouvons les points littoraux; dans les Deux-Sèvres, à la Mothe Saint-Héraye, à Niort; dans la Vendée, à Mansigny, à Lajard. Dans la mer méditerranéenne, nous trouvons encore des points littoraux dans Saône-et-Loire, près de Tournus; dans l'Ardèche, à la Voulte; dans les Bouches-du-Rhône, à Rians; dans le

département de Vaucluse, à Montmirail, à Lafare, à Gigondas; dans les Basses-Alpes, aux Blaches, près de Castellanne; dans les Hautes-Alpes, à Aspres-les-Vignes, à Sainte-Marguerite, près de Gap; dans l'Isère, à Noyaret et à la Porte-de-France, à Grenoble; dans l'Ain, à Chanay, à Saint-Rambert, à la Latte, près de Nantua; dans le Jura, à Clucy; dans le Doubs, à Mémont, à Rosureux.

Si nous poursuivons les points littoraux hors de France, nous les trouvons bien caractérisés en Savoie, au Mont-du-Chat; en Piémont, dans la vallée de Saint-André, près de Nice; dans le Vicentin, le Tyrol; en Angleterre, à Christian-Malford, où se trouvent ces Ammonites si remarquables, recueillies par M. Pearce; à Chippenham, à Devise, à Chatley, à Kelloway; en Russie, à Jetatma sur l'Oka, dans la Russie septentrionale; aux Indes orientales, dans la province de Cutch et au désert du nord-est.

§ 2022. Parmi ces points littoraux, la nature plus pesante des sédiments nous porterait à croire que les uns, Lifol, Chaumont, Châtillon, la Sarthe, le Jura, la Savoie, et Pas-de-Jeu, auraient été des côtes soumises à l'action de la vague, ou du moins à l'influence d'une agitation quelconque; tandis que les points suivants, à en juger par les sédiments fins qui enveloppent les fossiles flottants, devaient être situés sur des points abrités des vents et des courants, comme les golfes actuels, Nevers, Dun-le-Roi, Dives, Saint-Maixent, Niort, Mansigny, Tournus, la Voulte, Puymeras, le Doubs et les Basses-Alpes.

§ 2023. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque de corps flottants, et l'abondance des coquilles de Gastéropodes et de Bivalves, nous indiquent des points voisins des côtes, mais placés au-dessous du niveau des marées. Nous citerons les lieux suivants comme étant dans ce cas : dans les Ardennes, Launoy; dans la Meuse, Montsec; dans le Calvados, les couches de Lion, quelques-unes des couches de Villers; dans la Vendée, Saint-Michel-en-l'Herm.

§ 2024. **Points profonds des mers.** La composition, presque sans fossiles, de l'étage au-dessus de Grasse (Var) nous le ferait considérer comme un dépôt fait dans des zones profondes.

§ 2025. **Oscillations du sol.** La manière dont sont placées les parties littorales de Dives et de Villers font reconnaître des effets d'oscillations. Nous voyons, en effet, aux parties inférieures de l'ensemble, à Dives même, et entre Dives et Villers, un dépôt côtier avec ses nombreuses coquilles flottantes recouvert de dépôts sous-marins sans coquilles flottantes et remplis d'huitres en place. Il est évident qu'il a fallu un affaissement local pour déterminer cette succession. Peut-être doit-on encore la conservation de quelques-uns des points littoraux, que nous avons signalés, à des perturbations de ce genre (§ 1755).

§ 2026. **Perturbation finale.** Si, sur quelques points, où les dépôts côtiers sont conservés seuls, plus ou moins éloignés des dépôts côtiers de l'étage antérieur, on peut encore croire qu'ils ont pu être conservés par des oscillations du sol, aussi bien que par une perturbation finale, il n'en est pas ainsi des points où les deux dépôts côtiers sont superposés sur le même lieu. Il faut qu'il y ait eu certainement, sur ces derniers, un mouvement d'affaissement entre la fin de l'étage qui nous occupe et le commencement du suivant, pour que ces deux lignes supérieures des marées soient l'une sur l'autre souvent à une dizaine de mètres de distance en hauteur. Cette perturbation coïncide partout, du reste, avec la fin de la faune donnée par ses limites dans les couches.

§ 2027. **Caractères paléontologiques.** Nous diviserons ces caractères comme pour les étages précédents.

*Caractères négatifs tirés des genres.* Pour distinguer l'étage de l'époque bathonienne antérieure, nous avons les 14 genres qui, nés dans l'étage précédent ou avant, n'ont pas survécu (§ 2007), et ne sont pas arrivés à celui-ci.

§ 2028. L'étage callovien se distingue de l'époque oxfordienne, par 96 genres, qui, encore inconnus dans celui-ci, apparaissent avec l'âge suivant. Ces genres sont ainsi répartis : parmi les Reptiles, les 10 genres de notre tableau n° 3; parmi les Poissons, 13 genres; parmi les Crustacés, 32 genres; parmi les Mollusques céphalopodes, les 5 genres de notre tableau n° 6; parmi les Mollusques lamellibranches, les 2 genres de notre tableau n° 8; parmi les Échinodermes, les 7 genres de nos tableaux n°s 11 et 12; parmi les Zoophytes, les 7 genres de notre tableau n° 13; parmi les Amorphozoaires, les 5 genres de notre tableau n° 15. En résumé, nous aurions 110 genres pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage callovien.

§ 2029. *Caractères positifs tirés des genres.* Les seuls genres de Céphalopodes, *Palæoteuthis* et *Rhynchoteuthis*, distinguent l'époque callovienne de l'époque précédente, où ils n'existaient pas encore. Sur ce nombre le premier genre, étant spécial à cet étage, peut servir à le distinguer de l'étage suivant, où il manque; de même que les genres *Ichthyosaurus* et *Pachycosmus*, qui s'éteignent dans celui-ci. Ce peu de caractères positifs montre que l'étage callovien est aussi intermédiaire par les formes zoologiques de sa faune, que par sa position stratigraphique rigoureuse entre les étages supérieurs et inférieurs.

§ 2030. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** En dehors des Animaux vertébrés et des Animaux annelés qui contiennent beaucoup d'espèces, nous connaissons en Animaux mollusques et rayonnés seulement le nombre de 281 espèces, indiquées, avec leur synonymie et leurs localités géographiques, dans notre *Prodrome de Paléontologie*

*stratigraphique*, auquel nous renvoyons pour leurs noms (t. I, p. 327 et suiv.) (1). En défalquant de ce nombre les 4 espèces citées à l'étage bathonien (§ 2008), comme se trouvant dans celui-ci, et les 22 espèces suivantes qui paraissent se trouver en même temps dans l'étage oxfordien :

**Espèces communes aux étages Callovien et Oxfordien.**

| | |
|---|---|
| Belemnites hastatus, Blainv. | Pecten lens, Sow. |
| Nautilus granulosus, d'Orb. | Ostrea dilatata, Desh. |
| Ammonites tetricus, Pusch. | O. gregaria, Sow. |
| Phasianella striata, Sow. | O. Marshii, Sow. |
| Pholadomia trapezicosta, d'Orb. | O. amor, d'Orb. |
| P. Duboisii, d'Orb. | Rhynchonella Royeriana, d'Orb. |
| Mytilus imbricatus, d'Orb. | R. acasta, d'Orb. |
| Lima proboscidea, Sow. | Terebratula insignis, Schubler. |
| Gervilia aviculoides, Sow. | T. Royeriana, d'Orb. |
| Perna mytiloides, Lam. | Disaster ellipticus, Agass. |
| Pecten demissus, Bean. | Olectypus striatus, d'Orb. |

il restera encore 255 espèces caractéristiques de cet étage qu'on peut invoquer pour le reconnaître

§ 2031. Pour répondre à l'extension géographique que nous avons donnée à l'étage, on n'aura qu'à jeter les yeux sur les localités indiquées au *Prodrome*; et l'on se convaincra que tous les lieux de France que nous indiquons contiennnet des espèces identiquement semblables. Il en est de même des espèces qui se trouvent à la Voulte, dans le fer hydraté limoneux, point contesté; en Russie, dans le Tyrol, le Vicentin, et surtout dans la province de Cutch, dans l'Inde. Pour le prouver, nous allons donner la liste des espèces les plus répandues, et propres, à la fois, à ces points éloignés du sol de la France (2).

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| *Belemnites hastatus. | 1 | *a* Ammonites macrocephalus. | 15 |
| *b* B. latesulcatus. | 2 | *a* A. Herveyi. | 16 |
| **a* Nautilus hexagonus. | 11 | *A. Backeriæ. | 17 |
| | | **a* A. lunula. | 22 |
| | | **a* A. athleta. | 23 |

(1) Voyez aussi, pour toutes les figures des espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, où toutes ces espèces sont représentées et décrites.

(2) Dans cette liste les espèces de la Voulte seront marquées d'un astérisque, celles de la province de Cutch sont précédées de la lettre *a*. Par le nombre de ces espèces, communes avec les autres points de la France, où l'étage est le mieux caractérisé, on aura la certitude que les différents points dépendent d'une seule et même époque.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| *a* A. Pottingeri. | 24 | *a* Plicatula peregrina. | 222 |
| *A. anceps. | 25 | *a* Ostrea dilatata. | 224 |
| *A. coronatus. | 26 | *a* O. Marshii. | 225 |
| *A. Hommairei. | 30 | *a* O. amata. | 227 |
| *a* A. arthriticus. | 40 | *a* O. alimena. | 228 |
| *A. Jason. | 43 | *a* Rhynchonella Indica. | 236 |
| *A Banksii. | 50 | Terebratula diphya. | 243 |
| *a* Pholadomya inornata. | 117 | *a* T. bicanaliculata. | 245 |
| Ceromya concentrica. | 125 | | |
| *a* Trigonia elongata. | 161 | ÉCHINODERME. | |
| Perna mytiloides. | 211 | *Disaster ellipticus. | 254 |

Les quelques espèces que nous figurons ici dépendent de la faune de l'étage callovien (*fig.* 449 à 453).

§ 2032. **Chronologie historique.**— Par suite d'une perturbation géologique (§ 2013 *bis*), la fin de l'étage bathonien a produit l'anéantissement

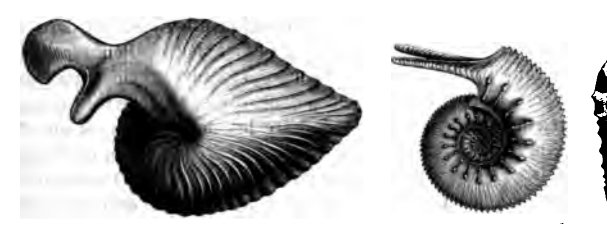


*Fig.* 449. Ammonites refractus. *Fig.* 450. A. Jason.

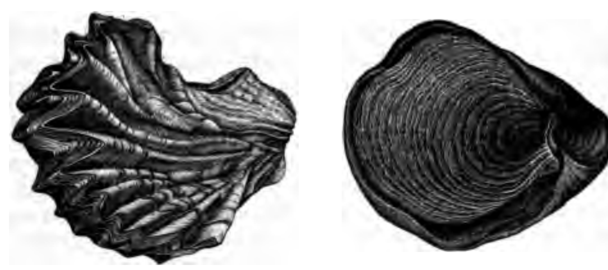


*Fig.* 451. Ostrea Marshii. *Fig.* 452. Ostrea dilata.

de 14 genres d'animaux (§ 2007) et de 533 espèces (§ 2008) d'Animaux

mollusques et rayonnés, indépendamment des espèces d'Animaux vertébrés et annelés et des plantes. Lorsque le calme s'est rétabli dans la nature, sont nés, avec l'étage suivant, quelques genres inconnus jusqu'alors, et 277 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, sans compter les espèces des autres séries animales et les plantes qui sont arrivées jusqu'à nous, comme les vestiges de cette époque passée.




*Fig.* 453. Terebratula diphya.

§ 2033. Entre la fin de l'époque bathonienne et le commencement de l'étage callovien, les mers paraissent avoir complétement changé d'aspect (*voyez* étage 11e de notre carte, *fig* 408). Non-seulement elles se sont rétrécies sur tout leur pourtour, par de nouveaux atterrissements, mais les détroits vosgien et breton paraissent avoir cessé de communiquer, l'un entre les mers anglo-parisienne et méditerranéenne, et l'autre entre la première et la mer pyrénéenne, dorénavant entièrement séparées les unes des autres. La mer méditerranéenne s'étendait dans le Vicentin, dans le Tyrol, et en Suisse jusqu'à Soleure. Peut-être s'étendait-elle sans limites jusqu'en Crimée. La mer anglo-parisienne s'est avancée vers l'est sur toute la longueur de l'Angleterre. Le plus grand changement qui se soit opéré entre les deux étages est un affaissement du grand continent russe, surélevé depuis la fin de l'étage permien (§ 1830), qui a permis aux mers calloviennes de recouvrir la Russie du 48° de latitude jusqu'à la mer Glaciale. Nous devons croire par les coquilles identiques, que la mer callovienne d'Europe s'étendait sans interruption jusqu'au 9° de latitude nord, dans la province de Cutch (Indes orientales), couvrant l'espace compris entre le 9e degré nord et le cercle polaire.

§ 2034. Les continents (*voyez* les terrains paléozoïques, les terrains triasiques et les étages 7, 8, 9, 10, 11 des terrains jurassiques de la carte, *fig* 408) ont subi les changements correspondants : ils se sont accrus, tout autour des mers déjà circonscrites, d'assez larges atterrissements, et autour de la mer anglo-parisienne, en France et à l'est de l'Angleterre; autour des autres mers, où les points côtiers viennent nous donner leurs limites (§ 2021). Le plateau central s'augmente toujours, et se trouve uni, d'un côté, avec le massif breton, par un isthme que nous désignerons comme *isthme breton*, et, de l'autre, à l'île vosgienne par l'*isthme vosgien*, l'ensemble ne formant plus qu'un seul continent. L'îlot du Var reçoit de nouveaux atterrissements; quelques îlots se marquent dans les Alpes, de Castellanne à Digne, aux environs de Grenoble,

et jusqu'à Chambéry; l'îlot du Jura reste le même; quelques îlots peut-être se montraient dans le Tyrol, dans le Vicentin, sur la côte de Crimée. Des côtes existaient encore sur beaucoup de points de la Russie, et dans la province de Cutch.

Les mers nourrissaient des espèces d'animaux distinctes des faunes précédentes, mais presque des mêmes genres. Il en était de même des continents (§ 2034). Une faune marine, composée de beaucoup d'espèces identiques, se montrait depuis la zone torride, dans l'Inde, jusqu'à la mer Glaciale. Cette répartition, si différente de la répartition actuelle, montre qu'à cette époque, comme aux premiers âges du monde (§ 1765), la chaleur centrale propre à la terre neutralisait encore les zones isothermes que nous avons aujourd'hui.

Les oscillations du sol existaient durant cette période, et toutes les causes physiques qui agissent aujourd'hui avaient, sans aucun doute, la même influence.

§ 2036. La fin de cette époque a dû avoir lieu, comme celle des autres, par suite d'un mouvement géologique, dont nous retrouvons des traces par l'isolement, dans la province de Cutch, de l'étage callovien, sans celui qui le suit sur les points concordants, par la superposition des deux dépôts littoraux de cet étage et du suivant (§ 2018). Le résultat positif est encore l'anéantissement de presque toute la faune avant le commencement de l'étage oxfordien (§ 2030).

## 13e Étage : OXFORDIEN.

*Première apparition* des ordres d'Insectes hémiptères (punaises), hyménoptères (abeilles), lépidoptères (papillons), des Crustacés isopodes.

*Règne* de l'ordre des Crinoïdes libres; *premier règne* des Spongiaires testacés; des genres *Pterodactylus*, *Pholadomya*. *Myoconcha*, *Rhynchonella* et *Eugeniacrinus;* des familles de Poissons pycnodidés, des Lépidoptéridées *Second règne* des grands Reptiles sauriens, des Crustacés décapodes.

*Maximum de développement* de la faune spéciale aux terrains jurassiques. *Zone* des *Ammonites cordatus*, *oculatus* et *canaliculatus* du *Pleurotomaria Buchiana*, de la *Trigonia clavellata*, du *Pecten fibrosus*, du *Rhynchonella varians*, de l'*Eugeniacrinus caryophyllatus*, du *Cribrospongia texata*.

§ 2037. **Dérivé du nom**. La ville d'*Oxford*, en Angleterre, où se trouve l'étage, ayant, depuis longtemps, servi de type aux noms géologiques de cette période, comme on le verra à la synonymie, nous l'avons

consacrée, afin de ne pas créer de nouvelles dénominations sans motifs réels. Nous avons fait, depuis longtemps, notre étage *oxfordien* de cette époque des âges du monde.

§ 2038. **Synonymie.** *Suivant la superposition*, c'est, depuis 1844, l'*étage oxfordien*, d'Orb.; l'*oxfordien supérieur*, de M. Thurmann.

*Suivant les fossiles*, c'est le *Scyphiakalck* (*Calcaire à scyphia*), de M. Quenstedt.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est le *Terrain à Chailles*, ce sont les *Marnes oxfordiennes*, de MM. Thurmann, Gressly et Thirria; le *Calcaire marneux de l'oxfordien*, de M. Mérian; le *Calcaire à schistes*, de M. Nicolet; le *Calcaire gris bleuâtre*, de M. Thirria; l'*Étage argovien* et les *Marnes oxfordiennes*, de M. Marcou; l'*Oxford-clay*, le *Calcareous-grit*, le *Coralline-oolithe*, de M. Phillips (Yorkshire); le *Coral-rag*, de M. Sowerby; partie de l'*Oxford-Thon*, de M. Mandelsloh, mais non de M. Rœmer; partie du *Weisser Jura* (le Jura blanc), de M. Quenstedt; c'est le *Weisser Jura*, l'*Impressakalck*, *Geschichte-Kalckbank*, *Spongiten* et *Regelmæssige Kalckbank*, de M. Schmidt; le *Corall-rag* A, *Unterer sandiger Corall-rag* B, *Wahrer Korallen-Kack* C, et la *Dolomit des Corall-rags*, de M. Rœmer; *Groupe oxfordien*, de M. Beudaut.

*Type français*. Neuvizy (Ardennes), Trouville (Calvados), les couches oolithiques; île d'Elle (Vendée); type anglais, Scarborought, Malton.

§ 2039. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 13ᵉ de notre carte, *fig.* 408.) Presque partout où nous avons signalé l'étage callovien, se remarque dessus l'étage oxfordien. Nous n'aurons donc, pour faire connaître son extension, qu'à parcourir rapidement les mêmes contrées.

Au pourtour de la mer anglo-parisienne, nous l'avons reconnu à Vaast, à Bazinghen, près de Marquise (Pas-de-Calais); dans les Ardennes, à Wagnon, à Haudainville, à Neuvizy, au Vieil-Saint-Remy, à Puiseux, où il commence une bande qu'on peut suivre, presque sans interruption, jusque dans la Meuse, à quelques lieues de Saint-Mihiel, chemin de Creué, et à Creué même, à Foix, à Raillicourt, à Harmonville; dans la Meurthe, à Érouves; dans les Vosges, à Liffol-le-Petit; dans la Haute-Marne, à Vraincourt, à Tuzennecourt, à Viéville, à Maranville; dans l'Yonne, à Étivey, à Gigny, à Jully, à Stigny, à Ravières, à Châtel-Censoir, à Ancy-le-Franc, à Drayes, à Courçon; dans la Nièvre, près de Nevers; dans le Cher, à Meillant. Sur la rive opposée, nous le voyons sur l'étage callovien, à Villers, à Benerville, à Trouville, à Lisieux (Calvados); puis, quand il n'est pas caché sous les dépôts crétacés, nous le voyons reparaître à Écomoy (Sarthe); entre Loudun et Chinon (Vienne et Indre-et-Loire); dans les Deux-Sèvres, à Pas-de-Jeu, à Taizé, près de Thouars. En Angleterre, l'étage se continue et forme une

bande parallèle à l'étage précédent, dans le Wiltshire, à Heddington, près de Calne, à Wesbrook, près de Melksham; dans le Gloucestershire, à Ely; dans l'Oxfordshire, à Marshamfield, près d'Oxford, à Marston; dans le Yorkshire, à Weymouth, à Scarborough, à Malton, à Steeple-Asthon, à Pickering, à Shotover, à Bromton, à Hacknesse, à South-Cave, etc.

Autour de la mer pyrénéenne, nous retrouvons l'étage à Saint-Maixent même, à Niort, à Beauvoir, à Mallezai (Deux-Sèvres); à l'Isle-d'Elle (Vendée); à Marans, Villedoux, Charron et Esnandes (Charente-Inférieure). En Espagne, il couvre une surface du royaume de Valence, à la Sierra de Malacara et au col de Pesar (Asturies). MM. de Verneuil et de Lorière l'ont rencontré dans la province de Teruel, à Frias et à Villar-del-Cabo.

Autour de la mer méditerranéenne, nous le connaissons dans la Haute-Saône, à Champlitte; dans la Côte d'Or, à Dorois, à Is-sur-Tille, à Changey, à Ville-Comte; dans la Haute-Marne, à la Vesaigne, sous la Fauche, au Mont-Saugeon; dans l'Ardèche, à Aurioles, au Ranty, à Saint-Alban; dans le Gard, à Chassagnes, à Saint-Paul, à Gourry, à Saint-Jean, Charelle, Saint-Laurent et Montdardier; dans l'Hérault, à Saint-Maurice, à Saint-Michel. Il reparaît en lambeau et forme dans les Bouches-du-Rhône la montagne des Opies, à Saint-Cyr, à l'Étoile; se montre dans le souterrain du chemin de fer, près de Marseille, à la Claps, commune de Vauvenargues; il couvre une vaste surface du versant occidental des Alpes. Nous l'avons reconnu dans le Var, à Rians, entre Grasse et la Malle, et sur presque tous les points jusqu'à Escragnolles, à Cipières, à Beauduen, à Caussols, à la vallée de Simiane, aux Lattes; dans les Basses-Alpes, aux Blaches, au nord-est de Castellanne, au quartier de Briasque, à Cheiron, à Laudebergue, près de Barrême, à Sisteron. Il s'étend, d'un côté, dans le département de Vaucluse, à Gigondas, à Souymeras, à Villeneuve-lès-Aumont, au Grand-Montmirail, près de Lafare; dans la Drôme, à Remuzat : de l'autre, dans les Hautes-Alpes, près de Gap; dans l'Isère, à Biviers, près de Grenoble. — On le retrouve dans l'Ain, près de Saint-Rambert, et surtout autour de Nantua, à Apremont, à Chirot, à la Latte, à Montange, à la grange Lapraille-de-Charrix, à Matafolon, à Scorpiat, à Montréal; dans le Jura, à Clucy, à Dournan, à Chappois, à Cernans, à Lemuy, à la Chapelle, près de Salins, à Saint-Amour, à Lons-le-Saunier, à Poligny, à Dagnoz, à Poupet, à Grange-du-Château; dans le Doubs, à Fontenelay, à Beure, près de Besançon, à Laperouse, au mont Bregille, à Rosureux, à Bonprichard, à Mémont, près de Morteau, à la chapelle du Buis, près de Moore, à Chaleseuil, à Montbéliard, à Champsol.

Hors de France, nous trouvons l'étage dans la continuation du Jura,

dans les Alpes de Genève à Voiron, où M. Fabre y a découvert des Ammonites qui nous ont paru caractéristiques (1), à la Gite près de Sainte-Croix, aux Époisals près de Vallorbes, dans la vallée de Joux (Vaud); à Chatelu, à Clusette, à Saint-Sulpice près de Neufchâtel (Neufchâtel); à Liesberg, au Mont-Terrible, à Trimbach, près d'Olten, au Nuremberg, au val de Laufen, près d'Aarau (Berne); à Grünsberg, à Friogeli, près de Bærschawyl, à Saint-Nicolas, à Gorgen (Soleure); à la Birse, à Porentruy (Bâle); près de Schaffouse, à Beberstein (Argovie). En Piémont, on le trouve dans la vallée de Saint-André, comté de Nice. L'étage est on ne peut mieux développé dans la Bavière, à Solenhoffen, à Pappenheim-Eichstadt, à Streitberg; dans le Wurtemberg, à Dellingen, à Goslar, à Natheim, près de Heidenheim, à Staufenberg, à Wasseralfingen, à Grubach, près et au-dessus d'Amberg, à Giesen, etc ; en Westphalie, à Lupke, à Lubbeck; dans le Hanovre; en Lithuanie, à Popilani; en Pologne, à Tenzenek, près de Krzeszowice, à Rogoznik près de Nowytara, à Pauke.

En Russie (2) il forme un lambeau à l'extrémité sud de la Crimée, à Kobsel, à l'est de Soudagh, à Ai-Daniel. D'après les beaux travaux de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, sur la Russie, on le voit former un vaste lambeau dans la province de Moscou, un autre dans le gouvernement de Vladimir qui commence au nord de Moscou et se dirige à l'est sud-est par les gouvernements de Novgorod, de Simbirsk, dans celui de Saratof, d'Orenbourg, et jusqu'au Kirghis. Un autre vaste lambeau, dirigé au nord-est, commence dans le gouvernement de Kostroma et de Vologda, jusqu'au 58° Il en commence, ensuite, un autre de chaque côté de la chaine du Timan, dans le pays des Samoyèdes, jusqu'à la mer Glaciale, et un dernier à l'est de l'Oural, jusqu'au 64° degré, où M. le major Strajecki l'a rencontré sur les bords des rivières Tchol et Tolya. — M. Tchiachef l'a rencontré dans l'Asie Mineure, à 3 lieues au sud-ouest de la ville d'Angora, en Galatie. En résumé, l'étage se trouve depuis le 40° jusqu'au 68° de latitude nord.

§ 2040. **Stratification.** L'étage dont nous nous occupons suit, partout où nous l'avons signalé en France et en Angleterre, la même stratification que l'étage callovien, qu'il recouvre sur tous les points en couches concordantes (*voyez* étage 13 de nos coupes, *fig.* 293, 416, 424, 433), de même que les étages jurassiques précédents, autour de la mer anglo-parisienne. Les couches sont presque horizontales ou légèrement inclinées vers le centre du bassin. Dans les Alpes, aux Opies et en Provence, les couches sont plus ou moins redressées, avec les étages

(1) *Ammonites tortisulcatus, calcar, canaliculatus, et plicatilis.*

(2) Les Ammonites de presque tous les points de Russie ont encore conservé leur nacre avec tout son brillant; c'est un exemple curieux de conservation.

précédents. En Crimée, et sur tous les points de la Russie et de l'Allemagne, on remarque la même concordance rigoureuse. On doit donc en conclure que cette époque a régulièrement succédé dans l'ordre chronologique à la période précédente.

L'étage est souvent rempli de failles, comme les failles compliquées de Saint-Martin (Var), où l'époque qui nous occupe a été disloquée avant et en même temps que les étages crétacés qu'elle supporte (*voyez* étage 13, *fig.* 478).

§ 2041. **Discordances.** Nous avons à l'étage précédent, par les discordances et la superposition des dépôts côtiers superposés (§ 2019), donné les limites stratigraphiques inférieures de cet étage. Les limites supérieures ressortent également de grandes discordances d'isolement. D'après les fossiles que nous avons pu observer, et d'après tous les travaux des géologues russes et de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, nous n'avons vu, sur toute l'étendue de la Russie, depuis la Crimée jusqu'à la mer Glaciale, dans la partie supérieure des terrains jurassiques de ces contrées, que l'étage oxfordien. Aucun des membres supérieurs des terrains jurassiques ne viendrait donc en Russie recouvrir l'étage oxfordien, comme on le voit en France et en Angleterre, où il n'y a pas de lacune. Ce manque, en Russie, du 45° jusqu'au 68° de latitude nord, de l'étage corallien, sur l'étage oxfordien, prouve qu'il a fallu, à la fin de la période oxfordienne, un mouvement géologique assez fort, pour surélever cette surface de 23 degrés ou de 625 lieues de longueur au-dessus du niveau des mers jurassiques postérieures, ou pour abaisser d'autres parties du globe de manière à ce que ces mers restassent à sec. Nous avons reconnu le même manque d'étage qu'en Russie, à Escragnolles (Var) (*voyez fig.* 478), aux Opies (Bouches-du-Rhône) (*voyez* étage 13, *fig.* 454), et dans le département



*Fig.* 454. Coupe prise entre Orgon et les Opies (Bouches-du-Rhône)

de Vaucluse, où l'étage oxfordien n'est recouvert par aucun des autres de la période jurassique; ce qui annonce encore un mouvement partiel sur ces points.

§ 2042. **Composition minéralogique.** Ce que nous avons dit à l'étage callovien, de la variation du caractère minéralogique, est tout à fait applicable à celui-ci; car il reproduit, au-dessus du premier, et sur d'autres points, absolument les mêmes *facies*. Nous le voyons, en effet, sous la forme d'argiles noirâtres ou grises, ou de calcaires argileux noi-

râtres non oolithiques, à Écomoy (Sarthe) ; à Taizé, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres) ; à l'Isle-d'Elle (Vendée) ; dans l'Ardèche ; dans les Bouches-du-Rhône, aux Opies, près de Marseille ; à Gigondas (Vaucluse) ; à Rians (Var) ; dans toute la chaîne des Alpes, dans le Jura et une partie du Doubs. Il est sous la forme de calcaire blanc, argileux, entre Loudun et Chinon, à Beauvoir (Deux-Sèvres) ; à Marans, à Esnandes (Charente-Inférieure); à Creué (Meuse) : tandis qu'il existe sous la forme d'oolithe ferrugineux, exploité comme minerai de fer, à Neuvizy, au Vieil-Saint-Remy (Ardennes) ; entre Saint-Mihiel et Creué (Meuse) ; à Is-sur-Tille (Côte-d'Or) ; à Étivay (Yonne). On le voit ensuite sous des formes intermédiaires sur d'autres points. Il est composé d'oolithe calcaire à Villers, à Trouville (Calvados); de calcaire siliceux à silex, à Châtel-Censoir (Yonne); à Champlitte (Haute-Saône) ; et sous la forme de calcaires compactes, noirâtres, dans les Basses-Alpes et le Var. On trouve, en résumé, dans le synchronisme des couches qui composent l'étage, toutes les variétés possibles de formes minéralogiques, sans qu'il soit possible d'assigner aucun caractère constant ; en effet, à Trouville, à Villers, à Neuvizy, près de Saint-Mihiel, c'est le caractère oolithique, calcaire ou ferrugineux qui le distingue des couches argileuses noires ou grises non oolithiques de l'étage callovien ; à Saint-Maixent, à Niort, à l'Isle-d'Elle, c'est, au contraire, le caractère argileux noirâtre qui sert à distinguer les couches oxfordiennes, des couches blanches calcaires de l'étage callovien, etc.

A Villers et à Trouville, l'ensemble des couches oxfordiennes est partout formé de bancs alternatifs de calcaires et d'argile oolithique, fortement ferrugineux aux parties inférieures, et passant à l'état tout à fait calcaire aux parties supérieures. Dans la Vendée, dans la Charente-Inférieure et dans les Deux-Sèvres, les parties inférieures sont argileuses et bleuâtres ; les couches supérieures formées de calcaires blancs. Dans la Meuse, les couches inférieures sont oolithiques et ferrugineuses, les couches supérieures d'un calcaire argileux très-blanc. En résumé, on voit que, pris en hauteur comme en extension horizontale, l'étage oxfordien est très-variable de composition minéralogique, ce qui rend ce caractère tout à fait illusoire, pour être appliqué à l'âge.

§ 2043. **Puissance connue.** Nous croyons que, sur certains points du sud-ouest de la France, dans le centre et surtout dans les Alpes, on peut évaluer de 100 à 150 mètres la puissance de l'ensemble.

§ 2044. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous retrouvons encore dans cet étage, des zones de profondeur déduites des fossiles et des sédiments.

*Points littoraux des mers.* Nous croyons pouvoir conclure du grand nombre d'animaux vertébrés entiers et des coquilles flottantes déposées

dans les couches, que tous les points suivants ont été des dépôts littoraux, faits au niveau supérieur des marées. Autour de la mer anglo-parisienne, à Neuvizy, au Vieil-Saint-Remy (Ardennes) ; entre Creué et Saint-Mihiel, à Creué (Meuse) ; à Vraincourt, à Tuzennecourt (Haute-Marne); à Étivey, à Gigny (Yonne) ; à Villers, à Trouville (Calvados) ; à Écomoy (Sarthe) ; entre Loudun et Chinon (Vienne). — Autour de la mer pyrénéenne, à Saint-Maixent, à Niort (Deux-Sèvres) ; à l'Isle-d'Elle (Vendée) ; à Marans, à Charron, à Esnandes (Charente-Inférieure). — Autour de la mer méditerranéenne, à Doroy, à Is-sur-Tille, à Changey (Côte-d'Or) ; à Vesaigne-sous-la-Fauche (Haute-Marne) ; à Saint-Alban (Ardèche) ; à Rians, à Escragnolles, à Cipières, à Caussols, à Beauduen (Var) ; à Chaudon, aux Blaches près de Castellanne, à Barrême, à Gigondas, à Souymeras, au Grand-Montmirail près de Lafare, à Villeneuve-lès-Aumont (Vaucluse) ; à Biviers, près de Grenoble (Isère) ; à Saint-Rambert, à Apremont, à la Latte, à Montange, près de Nantua (Ain) ; à Clucy, à Chappois, à Lemuy, près de Salins (Jura) ; à Fontenelay, à Beure, à Rosureux, à Bomprichard, à Mémont près de Morteau (Doubs). — Hors de France, nous croyons les retrouver en Angleterre; en Bavière, à Solenhoffen, à Pappenheim, à Eschstadt ; en Wurtemberg ; en Crimée, à Kobsel à l'est de Soudagh; en Russie, à Kostroma, à Gorodichthe, près de Simbirsk, à Kineshma, à Saratof, à Khorochovo, près de Moscou, à l'est de l'Oural, etc., etc.

§ 2045. Quelques-uns de ces points, par leurs gros sédiments, ont dû se déposer sur une côte soumise à l'action des courants et de la vague, comme à Villers, à Trouville, à Neuvizy, à Is-sur-Tille, à Villecomte, à Étivay. Les autres points, par leurs sédiments fins par lits ont dû se déposer dans le repos des golfes, comme à Vaast, Mancine, entre Loudun et Chinon, à Saint-Maixent, à Niort, à l'Isle-d'Elle, à Gigondas, près de Salins, de Besançon, etc. Un bel exemple de dépôts de cette nature se voit à Creué (Meuse) et surtout dans les calcaires lithographiques de Solenhoffen, où des couches contenant les corps de céphalopodes entiers, de reptiles et d'insectes ne pouvaient se conserver jusqu'à nous que dans des circonstances exceptionnelles, comme celles que nous avons indiquées aux causes actuelles (§ 96).

La disposition par lits réguliers superposés et d'inégale épaisseur de ces dépôts dans les Alpes, à Vermenton (Yonne) et sur beaucoup d'autres points, dénote que ces dépôts côtiers étaient, de plus, soumis à toutes les causes actuelles qui produisent les perturbations naturelles dans nos mers (§ 88 à 93). On trouve dans des lits de même nature à Creué (Meuse), des coquilles bivalves dans leur position normale verticale, telles qu'elles ont vécu.

§ 2046. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque de co-

quilles flottantes et le grand nombre de coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales doivent faire croire que les points suivants étaient voisins des côtes : Lisieux; quelques-unes des couches de Trouville, surtout les couches inférieures; des couches de l'Yonne, de Courçon (Charente-Inférieure), de Matafolon (Ain), où toutes les coquilles lamellibranches sont encore dans leur position normale d'existence.

§ 2047. **Points profonds des mers.** L'abondance des Crinoïdes, des Oursins, des Térébratules et des Zoophytes dénote des dépôts plus profonds encore dans les lieux suivants : à Drayes (Yonne) ; l'île de la Dive (Vendée); au-dessus de Grasse (Var) ; à Vagnon (Ardennes) ; le Mont-Bregille (Doubs), et toutes les couches à chailles de ces contrées de Champlitte, de Gy (Haute-Saône). Les dernières localités surtout sont très-remarquables ; les couches n'ont souffert absolument aucun mouvement, et montrent les Crinoïdes entiers, les Astéries avec toutes leurs pièces en rapport, ou les Échinides avec leurs piquants, comme s'ils eussent été enveloppés de sédiments fins, au milieu du repos le plus complet dans les eaux qui les environnaient.

§. 2048. **Oscillations du sol.** La conservation des points littoraux, le changement de ces points littoraux, sur des lieux voisins les uns des autres, dans les diverses couches de cet étage, et même, comme à Trouville, dans les Ardennes, la Meuse, l'alternance des dépôts côtiers littoraux faits au niveau des marées, avec des dépôts sans corps flottants, et faits au-dessous, nous donnent la certitude que les oscillations du sol ont été très-fréquentes durant l'étage oxfordien.

§ 2049. **Perturbation finale.** Nous avons vu à la discordance, qu'en Russie une surface longue de 25, et large de 23 degrés, avait cessé d'être une mer à la fin de cet étage (§ 2041), et était redevenue une partie continentale. Cette surélévation de couches restées presque horizontales est-elle la suite d'une force intérieure soulevante, ou est-elle due à un changement de niveau dans les mers? Nous avons répondu ailleurs à cette double question (§ 1881). Nous nous bornerons à dire que nous croyons que cette surélévation est produite par l'abaissement des eaux, qui a mis à sec des parties peu profondes des mers. Il paraît, au moins, en être ainsi pour la Russie : car le manque de Crinoïdes de Bryozoaires et de Zoophytes ; l'abondance des Céphalopodes, des Gastéropodes et des Lamellibranches, ne nous donnent, partout, que des points déposés sur une côte ou peu au-dessous des marées, ce qui pourrait expliquer le desséchement de ces parties, sans une différence de niveau de plus que de quelques mètres. Dans tous les cas, que le mouvement se soit fait sentir d'une manière ou de l'autre, nous le croyons assez considérable, dans ce qui nous en est connu, pour que nous puissions lui attribuer la fin de la faune oxfordienne, dont les limites, sur les couches

concordantes des points non disloqués, coïncident si bien avec ces parties isolées de l'époque.

Le polissage, la corrodation de l'étage oxfordien d'Escragnolles (Var), avant qu'il ne fût recouvert par d'autres sédiments, est encore une preuve du mouvement des eaux qui l'a ainsi dénudé et usé.

§ 2050. **Caractères paléontologiques.** Les caractères généraux de cette faune sont très-remarquables. Ce n'est plus, ici, un ensemble sans couleurs, mais, au contraire, une curieuse époque de recrudescence de création très-tranchée parmi les terrains jurassiques. C'est, en effet, dans la période jurassique, l'étage où il naît le plus de formes jusque-là inconnues, et où plus de formes spéciales y naissent et y meurent, comme on le verra dans les caractères stratigraphiques suivants :

§ 2051. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage oxfordien de l'étage callovien, de plus du genre *Palæoteuthis* né et mort dans l'étage callovien, nous avons deux autres genres qui, nés antérieurement, s'éteignent aussi dans l'étage callovien, sans passer à l'étage oxfordien : parmi les Reptiles, le genre *Ichthyosaurus*; parmi les Poissons, le genre *Pachycormus*.

§ 2052. Pour séparer paléontologiquement l'époque qui nous occupe, de l'étage corallien qui lui succède immédiatement, nous avons, indépendamment des plantes, 36 genres qui commencent seulement à paraître dans l'étage suivant, et manquent encore dans celui-ci. Ils sont ainsi répartis : parmi les Mollusques gastéropodes, les 2 genres de notre tableau nº 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 2 genres de notre tableau nº 8; parmi les Échinodermes, les 5 genres de nos tableaux nºs 11 et 12; parmi les Zoophytes, les 26 genres de notre tableau nº 13; parmi les Foraminifères, le genre *Goniolina* de notre tableau nº 14.

§ 2053. — **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Les genres suivants, inconnus aux étages inférieurs, et apparus pour la première fois dans l'étage oxfordien, seront autant de caractères positifs pour les distinguer de l'époque antérieure. Ces genres, au nombre de 78, sont ainsi répartis : parmi les Reptiles, les genres *Pliosaurus*, *Idiochelys*, *Eurysterium*, *Aplax*, *OElodon*, *Gnathosaurus*, *Rachœosaurus*, *Pleurosaurus*, *Geosaurus* et *Spondylosaurus* ; parmi les Poissons, les genres *Asterodermus*, *Euryarthra*, *Sphenodus*, *Ællops*, *Microdon*, *Scrobodus*, *Gyroconchus*, *Undina*, *Thrissops*, *Macrosemius*, *Megalurus*, *Coccolepis*, *Propterus* et *Notagagus* ; parmi les Crustacés, les genres *Eryon*, *Cancrinos*, *Magila*, *Orphnea*, *Brisa*, *Brome*, *Klytia*, *Bolina*, *Eryma*, *Aura*, *Megachirus*, *Pterochirus*, *Æger*, *Antrimpos*, *Bylgia*, *Drobna*, *Kælga*, *Udora*, *Dusa*, *Hefriga*, *Bombur*, *Blaculla*, *Elder*, *Rauna*, *Saga*, *Alvisi*, *Urda*, *Norna*, *Sculda*, *Reckur*, *Naranda*; parmi les Céphalopodes, les genres *Sepia*, *Enoploteuthis*, *Ommastrephes*, *Leptoteuthis*, *Acantho-*

*teuthis*; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Venus* et *Sowerbya;* parmi les Échinodermes, les genres *Ophiurella*, *Geocoma*, *Eugeniacrinus*, *Tetracrinus*, *Pterocoma*, *Isocrinus*, *Saccocoma* et *Comatulina*; parmi les Zoophytes, les genres *Placophyllia*, *Ovalastrea*, *Actinaræa*, *Latusastrea*, *Tremocœnia ;* parmi les Amorphozoaires, les genres *Porospongia*, *Goniospongia*, *Perispongia*, *Chenendopora*, *Ierea*.

§ 2054. Les genres spéciaux à l'étage oxfordien, qui sont nés et morts dans cette période, sont autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage corallien, où ces genres ne sont pas connus. Ces genres sont ainsi répartis : Parmi les Reptiles, les genres *Idiochelys*, *Eurystorium*, *Aplax*, *OElodon*, *Gnathosaurus*, *Rachæosaurus*, *Pleurosaurus*, *Geosaurus* et *Spondylosaurus* ; parmi les Poissons, les genres *Asterodermus*, *Euryarthra*, *Sphenodus*, *Ællops*, *Scrobodus*, *Gyroconchus*, *Undina*, *Thrissops*, *Macrosemius*, *Megalurus*, *Coccolepis*, *Propterus* et *Notagagus*; parmi les Crustacés, les genres *Cryon*, *Cancrinos*, *Magila*, *Orphnea*, *Brisa*, *Brome*, *Klytia*. *Bolina*, *Eryma*, *Aura*, *Megachirus*, *Pterochirus*, *Æger*, *Antrimpos*, *Bylgia*, *Drobna*, *Kœlga*, *Udora*, *Dusa*, *Hefriga*, *Bombur*, *Blaculla*, *Elder*, *Rauna*, *Saga*, *Alvisi*, *Urda*, *Norna*, *Sculda*, *Reckur*, *Naranda* ; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Leptoteuthis* et *Acanthoteuthis* ; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Sowerbya* ; parmi les Échinodermes, les genres *Geocoma*, *Eugeniacrinus*, *Tetracrinus*, *Pterocoma*, *Isocrinus*, *Saccocoma* et *Comatulina;* parmi les Zoophytes, les genres *Placophyllia*, *Ovalastrea*, *Actinaræa*, *Latusastrea ;* parmi les Amorphozoaires, les genres *Goniospongia*, *Perispongia*. Ajoutons-y les 9 genres suivants, qui, nés antérieurement, s'éteignent encore dans cet étage, sans passer au suivant : Parmi les Poissons, les genres *Evgnathus*, *Sauropsis*, *Aspidorhynchus*, *Leptolepis*, *Semionotus*; parmi les Échinodermes, le genre *Pleuraster;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Lymnorea* ; parmi les Crustacés, le genre *Glyphœa* ; parmi les Zoophytes, le genre *Thecophyllia*, et nous aurons 78 genres ou formes animales spéciales, ce qui est réellement énorme, relativement aux limites stratigraphiques données par la stratification; car ces différences annonceraient les limites les plus tranchées entre les deux.

§ 2055. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter les nombreuses espèces d'animaux vertébrés et annelés, et des plantes qui s'élèvent à quelques centaines, nous avons, en Animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 739 espèces, dont nous avons donné, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome I, p. 347 et suivantes) (1), les noms, discuté la synonymie et les

(1) Voyez la description et les figures des espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, dans notre *Paléontologie française, terrains jurassiques.*

localités où elles se trouvent. En ôtant de ce nombre les 22 espèces communes à la fois à l'étage callovien (§ 2008) et les 15 suivantes, communes avec l'étage corallien, il restera encore 702 espèces caractéristiques de cet étage qui pourront servir à le faire reconnaître.

**Espèces communes aux étages oxfordien et corallien.**

Belemnites excentralis, Young.
Nautilus giganteus, d'Orb.
Pleurotomaria Euterpe, d'Orb.
Pterocera aranea, d'Orb.
Purpurina Moreausia, d'Orb.
P. Lapierrea, d'Orb.
Unicardium Aceste, d'Orb.
Arca harpya, d'Orb.
Mytilus subpectinatus, d'Orb.
Avicula polyodon, Buvignier.
Pecten inæquicostatus, Phillips.
P. lens, Sow.
P. Brontes. d'Orb.
Rhynchonella inconstans, d'Orb.
R. pectunculata, d'Orb.
R. Royeriana. d'Orb.
Terebratula insignis, Schubler.
T. bucculenta, Sow.
Terebratella pectunculus, d'Orb.
Hemicidaris crenularis, Agassiz.
Cidaris Blumenbachii, Munster.
Synastrea cristata, d'Orb.
Centrastrea microconos, d'Orb.
Hippalimus elegans, d'Orb.
Ostrea amor, d'Orb.
O. gregaria, d'Orb.

§ 2056. L'extension géographique que nous avons donnée à l'étage s'appuie sur la concordance dans l'ensemble des faunes. Pour pouvoir l'apprécier, il suffira de jeter les yeux sur les localités indiquées à notre Prodrome, surtout pour les espèces suivantes, les plus répandues en France, en Russie, en Angleterre, eu Espagne et en Allemagne, et dès lors les plus propres à caractériser cet horizon.

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Belemnites Sauvanausus, | 16 |
| Ammonites cordatus. | 30 |
| A. alternans. | 31 |
| A. plicatilis. | 32 |
| A. perarmatus. | 35 |
| A. crenatus. | 37 |
| A. oculatus. | 45 |
| A. canaliculatus. | 36 |
| Turbo Meriani. | 107 |
| Pleurotomaria Buchiana. | 129 |
| P. Sissolæ. | 130 |
| Cerithium Russiense. | 161 |
| Panopæa peregrina. | 182 |
| Pholadomya lineata. | 193 |
| Pholadomya constricta. | 196 |
| P. Duboisii. | 197 |
| Astarte ovata. | 242 |
| Trigonia clavellata. | 292 |
| Cardium concinnum. | 325 |
| Pinna sublanceolata. | 363 |
| Lima duplicata. | 393 |
| Pecten subfibrosus. | 423 |
| Ostrea nana. | 449 |
| O. duriuscula. | 450 |
| Rhynchonella varians. | 461 |

ÉCHINODERMES.

| | |
|---|---|
| Disaster ovalis. | 500 |
| Pygaster umbrella. | 500 |

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Eugeniacrinus caryophyllatus. | 577 |
| Pentacrinus pentagonalis. | 590 |

ZOOPHYTES.

| | |
|---|---|
| Montlivaltia dispar. | 596 |

AMORPHOZOAIRES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Cribrospongia texata. | 645 |
| C. subtexturata. | 654 |
| Porospongia marginata. | 666 |

Les quelques espèces que nous figurons ci-après donneront une légère idée des principales formes de cette époque (*fig.* 455 à 465).

§ 2057. **Chronologie historique.** A la fin de l'étage callovien, probablement par suite d'une perturbation géologique (§ 2036), ont été anéanties, avec quelques genres, avec des espèces d'animaux vertébrés et annelés, 255 espèces d'animaux mollusques et rayonnés (§ 2030). Lorsque le calme s'est rétabli dans la nature, sont nés, avec l'étage oxfordien, 78 genres d'animaux de toutes les classes, jusqu'alors inconnus, et plus de 800 espèces d'êtres et de plantes, complétant l'animation de cette curieuse époque du monde animé.

§ 2058. Les mers oxfordiennes (*voyez* étage 13e de notre carte, *fig.* 408) ont conservé la même extension qu'à l'époque précédente (§ 2033); seulement elles se sont de nouveau retirées tout autour des bassins anglo-parisien et pyrénéen, par suite d'atterrissements littoraux. Elles s'étendaient sur les mêmes points d'Europe, et probablement sans interruption, d'un côté, jusqu'en Asie Mineure, et de l'autre en Russie; car il y a trop d'espèces communes entre la France et ces contrées lointaines jusqu'à la mer Glaciale, pour croire qu'il existait des limites entre ces points des mers oxfordiennes.



*Fig.* 455. Pterodactylus crassirostris.

§ 2059. Les continents devaient être aussi les mêmes (§ 2034), au moins en France, en Angleterre et en Russie, à cela près, cependant, dans les premières contrées, d'atterrissements nouveaux au pourtour des bassins. Comme à l'étage précédent, les détroits

breton et vosgien forment un isthme ; l'ilot du Jura est le même, ainsi que les autres points continentaux.



*Fig.* 458. Libellula.

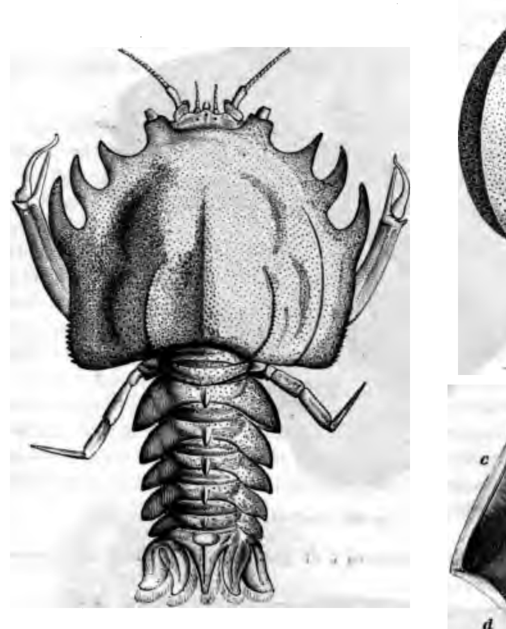
§ 2060 Les mers s'enrichissent d'un grand nombre d'animaux nou-



*Fig.* 459. Serpula flagellum.

veaux ; nous y voyons, en effet, apparaitre, avec le premier règne des

Crustacés décapodes, les premiers Crustacés isopodes, le premier règne



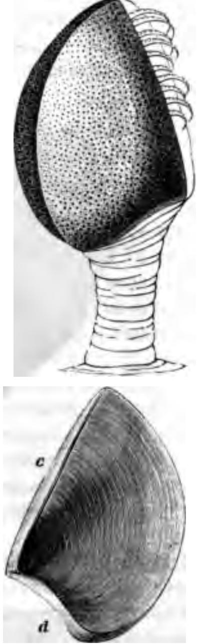



*Fig.* 457. Eryon arctiformis.

*Fig.* 458. Aptychus sublævis.







*Fig.* 460. Ammonites cordatus.

*Fig.* 461. Baguette du Cidaris glandiferus.

des Amorphozoaires testacés ; et, dans toutes les autres classes, soit le

maximum de développement de quelques familles, comme celles des Pycnodïdées, des Lépidoptéridées parmi les Poissons, un grand nombre

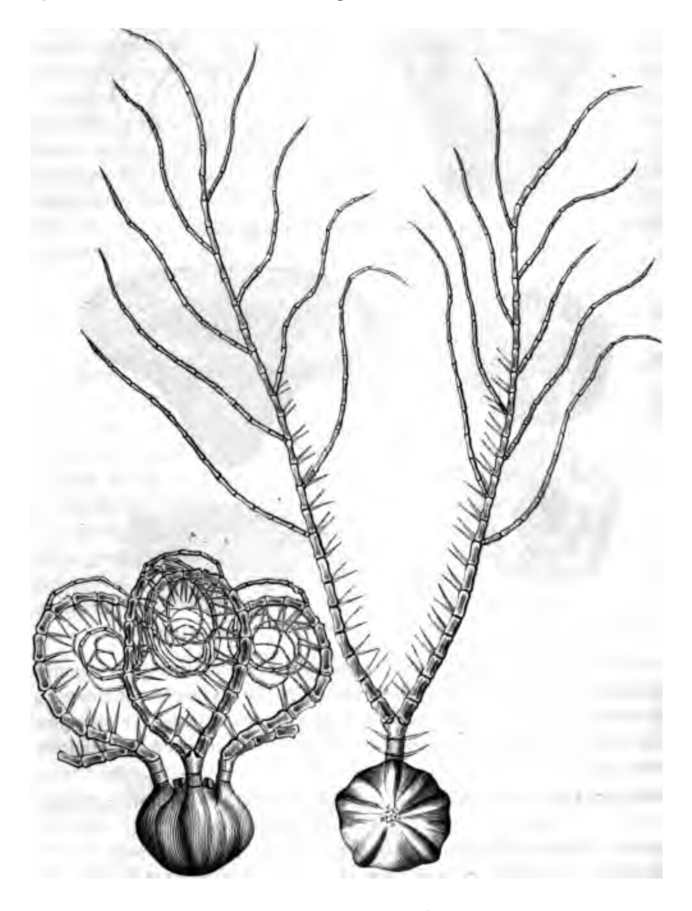


*Fig.* 246. Saccocoma pectinata.

de genres nouveaux de toutes les classes, parmi lesquels nous distinguons des Céphalopodes remarquables, comme la *Sèche*, les *Leptoteuthis* et les *Acanthoteuthis*, des *Venus*, beaucoup de genres de Crustacés,

d'Échinodermes, de Polypiers et de Spongiaires. Les nombreuses formes



*Fig.* 464. Calice de Millericrinus Nodotianus.

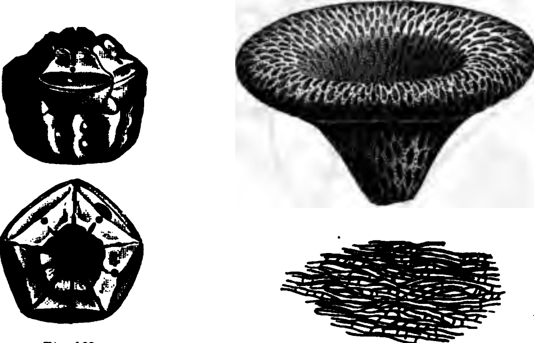


*Fig.* 463. Calice de Comatula costata.

*Fig.* 465. Cribrospongia reticulata.

nouvelles jointes au maximum de développement des espèces des genres *Pholadomya*, *Myoconcha*, *Rhynchonella* et *Eugeniacrinus* donnent à cet étage une richesse animale bien supérieure à celle des époques antérieures. Voici quelques plantes marines empruntées à M. Adolphe Brongniart :

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

Codites difformis, Brong. — Solenhoffen (*Cordites serpentinus* et *crassipes*, Sternb.).
C. ? tortuosus, Brong., Solenh. (*Caulerpites tortuosus*, Sternb.)
Chondrites laxus, Sternb., Solenh.
C. lumbricarius, Sternb., Solenh.
Sphærococcites cactiformis, Sternb. Solenh.
S. varius, Sternb., Solenh.
S. subarticulatus, Sternb., Solenh.
S. secundus ?, Sternb., Solenh.
S. Chnitzleinii, Sternb., Solenh.
S. cernuus, Sternb., Solenh.
S. Stockii, Brong., Solenh.
S. concatenatus, Sternb., Solenh.

| | |
|---|---|
| S. ciliatus, Sternb., Solenh. | M. vermicularis, Sternb., Solenh. |
| Munsteria clavata, Sternb., Solenh. | M. ? lacunosa, Sternb., Solenh. |

§ 2061. Les continents n'étaient pas moins bien partagés ; car nous y voyons apparaître, pour la première fois, des représentants nombreux des ordres des Insectes hémiptères, hyménoptères et lépidoptères. Nous voyons encore le second règne des grands Reptiles riverains composé de quelques genres déjà cités, et de 10 genres nouveaux, parmi lesquels les *Gnathosaurus*, les *Rachæosaurus*, les *Pleurosaurus*, les *Geosaurus*, les *Spondylosaurus*, et surtout ces singuliers Reptiles volants nommés *Pterodactylus*. Avec ces animaux, les continents nourrissent des plantes dont la liste suivante, extraite de la flore oolithique de M. Brongniart, signalera les débris arrivés jusqu'à nous :

**Monocotylédones douteuses.**

| | |
|---|---|
| Carpolythes conica, L. et H., Malton. | Carpolythes Bucklandii, L. et H., Malton. |

§ 2062. L'identité de la faune marine oxfordienne depuis le 40° de latitude jusqu'à la mer Glaciale nous ferait croire qu'à cette époque les zones isothermes n'existaient pas encore, neutralisées qu'elles étaient par la chaleur centrale de la terre.

Nous avons vu que les oscillations locales du sol étaient fréquentes et marquées (§ 2048).

§ 2063. Par ce que nous avons déjà dit des discordances (§ 2041), et de la perturbation finale (§ 2049), on voit qu'elle a probablement déterminé la fin de la période oxfordienne, et que cette perturbation coïncide avec les limites des faunes dans les couches terrestres.

## 14e Étage : CORALLIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Scalaria*, *Heliocidaris*, *Parastrea*.

*Premier règne* des Zoophytes ; *règne* des genres *Pileolus*, *Nerinea*, *Purpurina*, *Diceras*, *Hemicidaris*, *Acrocidaris*, *Millericrinus* et *Apiocrinus*, etc.

*Zone* des *Ammonites Altenensis* et *Rupellensis*, du *Nerinea Mandelslohi*, du *Pholadomya canaliculata*, du *Trigonia Bronnii*, du *Diceras arietina*, du *Glypticus hieroglyphicus*.

§ 2064. **Dérivé.** Nous avons conservé le nom de *corallien* déjà employé par plusieurs auteurs, parce qu'il est appliqué depuis bien longtemps en France, où il s'est vulgarisé pour les types les plus caractérisés, par les polypiers. Voici du reste la synonymie suivant les divers dérivés.

§ 2065. **Synonymie suivant les fossiles.** C'est le *Calcaire à Nérinées*, le *Calcaire à Astarte*, de MM. Thurmann et Thirria ; l'*Oolithe coral-*

*lien*, le *Calcaire corallien*, de M. Thurmann ; le *Coral-rag*, des Français ; le *Groupe corallien*, de MM Beudant et Favre ; l'*Oberer Corall-rag*, Rœmer.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est l'*Oolithe corallien*, le *Calcaire corallien*, de M. Thurmann ; l'*Oolithe de la montagne de Lisieux*, de M. Desnoyers ; le *Groupe séquanien*, de M. Marcou ; le *Calcaire Portlandien, Facies de charriage*, de M. Gressly ; le *Pisolithe*, de M. Smith ; partie du *Weisser Jura* (*Jura blanc*), de MM. Quenstedt et Schmidt.

*Type français*. Saint-Mihiel (Meuse) ; Saintpuits, Tonnerre (Yonne) ; Oyonnax (Ain) ; Angoulin (Charente-Inférieure).

§ 2066. **Extension géographique**. (*Voyez* étage 14 de notre carte, *fig*. 408.) L'étage corallien est absolument distribué comme les deux étages précédents, qu'il recouvre partout où il se trouve en France. Seulement le cercle qu'il forme va toujours en se rétrécissant, autour du bassin anglo-parisien, que nous allons d'abord parcourir. On le voit dans le Pas-de-Calais, à Bazinghen ; dans les Ardennes, avec une largeur moyenne de quatre à six kilomètres, de Saulce-aux-Bois jusqu'à Neuvizy, il forme une bande qui va au sud-est, depuis bien au nord de Wagnon, passe à Novion, à Puisieux, à Vignicourt ; se dirige vers le département de la Meuse ; passe à Verdun, à Saint-Mihiel, à Sampigny, à Dauvillers, près de Commercy ; dans la Haute-Marne, à Roocourt-la-Côte, à Tuzennecourt, à Maranville ; dans l'Aube, à Clervaux, à Ricey, à Châtillon-sur-Aube, à Loches ; dans l'Yonne, à un kilomètre de Tonnerre, carrière de Vauligny, près de Châtel-Censoir, à Coulonges-sur-Yonne, à Méry, à Mailly-le-Château, à Cravant, à Saintpuits, à Vincelles, à Val-de-Merci, à Charencenay, à Molesme, à Courçon, à Thury, à Étais ; dans la Nièvre, à Pongny, à Siez, à Entrains, aux roches de Bonneville, près de Clamecy ; et dans le Cher, jusqu'auprès de Sancerre. Sur le versant opposé du bassin, nous trouvons l'étage corallien dans le Calvados, au-dessus de Villers, à Bénerville, à Trouville et à Hainqueville, où, sur le bord de la mer, commence une bande souvent recouverte par les étages crétacés, mais qu'on découvre sur quelques points de la ligne jusqu'aux côtes de l'Océan. On le trouve effectivement dans le Calvados, à Pont-Lévêque, à Lisieux ; dans la Sarthe, à Ruez, à Saint-Côme, à la Ferté-Bernard, à Chemé et à Écomoy.

En Angleterre il paraît suivre une ligne parallèle aux autres étages. Néanmoins, il est moins bien caractérisé qu'en France.

Dans la mer pyrénéenne, les étages jurassiques continuent à se déposer régulièrement sur les autres ; et, de tous, l'étage corallien est, sans contredit, le plus développé. Il compose tout le sol de l'île de Ré, de la

côte de l'Océan, depuis Marsilly, Nieuil, l'Houmeau, la Rochelle, la pointe des Minimes et la pointe du Ché, jusqu'à Angoulins; il y forme une bande d'une largeur moyenne de quinze kilomètres, qui se dirige de la Rochelle à l'est, quelques degrés au sud, passe à Dompierre, à Surgères, dans les Deux-Sèvres, depuis Beauvoir jusqu'à Villeneuve-la-Comtesse, et se continue dans la Charente, jusqu'au sud de Ruffec.

Dans la mer méditerranéenne, on ne rencontre pas partout l'étage corallien. Il se rencontre dans la Haute-Saône, à Rapt, près de Champtelle, à Trécourt; dans la Côte-d'Or, à Vitteaux, près de Dijon; dans l'Hérault, à la montagne de la Seranne, au nord-est de Cornies. Nous l'avons reconnu entre Cuers et Brignoles; sur le versant des Alpes, dans le Var, sur le chemin de Grasse à la Malle, et à la Malle même; nous croyons l'avoir reconnu dans les dernières couches jurassiques de Chaudon, de Sisteron (Basses-Alpes); de Château-Neuf, de Chabre (Hautes-Alpes). Il est parfaitement caractérisé dans l'Isère à l'Échaillon, près de Grenoble. — Sur le versant du Jura, on le connaît à Oyonnax, à Landeiron, à la Voulte, à Plagne, près de Nantua, à Poisat (Ain), à la Pérouse et à la Chapelle, près de Salins (Jura); à Vorsel, à Beaume, à Grand-Combes des-Bois, près de Morteau; dans le Haut-Rhin, à Rœdendorf.

Hors de France, en Savoie, on le rencontre au Mont Salève; en Suisse, il parait exister à la Chaux de Fond (Neufchâtel); au Raimaux, près de Délemont, au val de Laufen (Berne); à Porentruy, à Muttens (Bâle). En Bavière, il parait se trouver à Essingen, à Regensburg; dans le Wurtemberg, à Nattheim, à Muggendorf, près d'Heidenheim, à Grusbengen, ainsi que sur beaucoup d'autres points de l'Allemagne, tels que Amberg, Streitberg, Neumark, Goslar, Hanovre, Heersum, etc. — L'étage se rencontre encore en Morée.

§ 2067. **Stratification.** (*Voyez* dans nos coupes l'étage 14$^e$, *fig.* 393, 416, 424, 428, 433 et 467). L'étage corallien dépend encore des grands systèmes jurassiques, et suit la stratification et les allures des couches oxfordiennes, sur lesquelles il repose partout où nous l'avons observé, soit en strates régulières plongeant vers le centre des bassins, comme à l'est et à l'ouest du bassin anglo-parisien, au nord du bassin pyrénéen, soit en couches fortement relevées sur le versant occidental des Alpes. Lorsque nous disons que les couches coralliennes sont en strates régulières au pourtour des bassins, nous parlons en général. Si l'on veut, en effet, étudier minutieusement le parallélisme de ces couches, sur les points en apparence les moins tourmentés, on s'aperçoit, de suite, qu'un nombre considérable de petites failles se manifestent presque partout. La tranchée du canal de Niort, à Dompierre et à la Belle-Croix, près de la Rochelle, nous en a montré un curieux exemple (*fig.* 466), ainsi que les

falaises de la côte d'Angoulins, au sud de la même ville, où ces failles

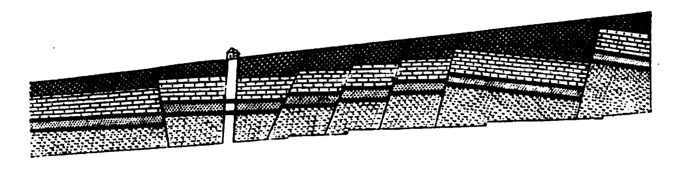


*Fig.* 466. Failles simples de la tranchée de la Belle-Croix, près de la Rochelle.

sont répétées à chaque pas (*fig.* 468). La concordance de tous les points où se trouve l'étage corallien en France, sur l'étage oxfordien, nous donne la preuve qu'il a succédé régulièrement dans l'ordre chronologique à ce dernier.

§ 2068. **Discordances.** Nous avons des discordances d'isolement à invoquer en France et en Russie, pour séparer inférieurement l'étage corallien de l'étage oxfordien (§ 2041); discordances d'une très-grande valeur qui nous donnent les limites d'indépendance des deux, tout en nous offrant la preuve qu'un mouvement géologique considérable en a été le moteur certain. Pour les limites supérieures, nous n'avons pas d'autres discordances que des discordances d'isolement. Il est un fait trop général pour dépendre d'une simple dénudation, qui laisse toujours des lambeaux sur quelques points : c'est le manque, sur l'étage corallien, de l'étage kimméridgien, sur tout le versant occidental des Alpes françaises et dans le Yorkshire en Angleterre. En effet, depuis Grasse jusque dans les Hautes-Alpes (*fig.* 416, 433 et 467), et dans tout le Yorkshire, en

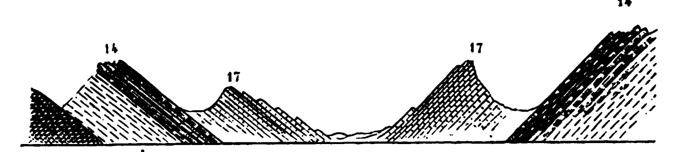



*Fig* 467. Coupe prise entre le Cheiron et Castillon (Basses-Alpes).

Angleterre, les couches coralliennes paraissent être les derniers représentants des terrains jurassiques, au moins n'avons-nous rien trouvé qui indiquât les deux derniers étages kimméridgien et portlandien. Nous avons, au contraire, sur tous les points que nous avons visités, trouvé les étages crétacés en contact avec les couches oxfordiennes ou coralliennes, comme à la Malle, à Escragnolles (ravin de Saint-Martin) (*voyez* fig. 416, 433, 454, 467 et 478), à Cheiron, à Barrême, près de

Chaudon, à Sisteron, à Châteauneuf de Châbre, etc., etc. Il s'est donc passé sur ces points, à la fin de l'étage corallien, un mouvement géologique qui a empêché de se déposer les étages jurassiques suivants, concordant partout ailleurs dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen. Nous pourrions d'autant plus le croire que, partout où c'est l'étage néocomien qui repose sur les terrains jurassiques, les couches sont en stratifications concordantes, comme sur tous les points cités (la Malle exceptée). Cette concordance excluant tout grand mouvement dans les Alpes, durant la période jurassique, on doit, peut-être, l'attribuer à une simple surélévation de cette partie, entre la fin de l'étage corallien et les premiers dépôts néocomiens.

§ 2069. **Composition minéralogique.** Les formes sous lesquelles se montrent les couches coralliennes sont au nombre de trois principales. La plus répandue est un calcaire marneux blanc, jaunâtre ou gris, en couches formées de petits bancs, comme dans l'Yonne, à Tonnerre; dans la Charente-Inférieure, près de la Rochelle; à Beauvoir (Deux-Sèvres). Une autre forme, non moins commune, est celle qui lui a valu le nom de corallien, de Coral-Rag, lorsqu'elle est composée de nombreux débris de polypiers entiers ou roulés, ou même de masses énormes de polypiers en place, soit dans un calcaire blanc, soit dans un calcaire gris, comme à Puisieux, à Saulce-aux-Bois (Ardennes), à Saint-Mihiel (Meuse); à Tonnerre, à Châtel-Censoir, à Saintpuits (Yonne); à Clamecy (Nièvre); à Trouville, à Benneville (Calvados); à la Ferté Bernard, à Écommoy (Sarthe); à Loix, (île de Ré); à la pointe du Ché, à Angoulin, près de la Rochelle; dans la dolomie, au-dessus de Grasse (Var), à Oyonnax (Ain), etc. La troisième forme minéralogique est toute oolithique, calcaire et blanche, comme à Saulce-aux-Bois, à Novion (Ardennes), dans certaines couches inférieures à Tonnerre (Yonne), à Saint-Côme (Sarthe). Une quatrième, plus rare, c'est la forme de grès quartzeux, qu'on reconnaît à Henqueville, à Lisieux (Calvados), où ces grès servent à paver. Sur quelques points du versant occidental des Alpes, comme au-dessus de Grasse et ailleurs, les couches coralliennes sont plus ou moins dolomitisées. Les calcaires compactes, où l'on distingue bien les polypiers, passent à des marbres veinés de blanc et de rouge, qui, quelquefois, ont été exploités.

Les couches coralliennes, si variables sur des points éloignés, ne sont pas moins différentes sur des lieux très-rapprochés. A Trouville même, au-dessus du Bourg, les dernières couches oolithiques de l'étage oxfordien d'un calcaire oolithique bleu, sont recouvertes par un calcaire argileux jaune, non oolithique, pétri de polypiers, qui, sans changer de niveau, passe, en marchant à l'est, à l'état de grès siliceux avec ou sans polypiers, au-dessous de Henqueville et jusqu'aux dernières limites de

l'étage près de Villerville. Dans le bassin pyrénéen, à Marsilly, à Beauvoir, ce sont des couches de calcaires argileux blancs, qui recouvrent les argiles grises ou noirâtres de l'étage oxfordien, et qui, après avoir montré une immense puissance de bancs alternatifs, avec ou sans fossiles, plus argileux ou plus durs, sont recouverts, aux parties supérieures, sur quelques points seulement, par les bancs de polypiers d'Angoulin. Il en est de même dans l'Yonne. Ainsi les bancs de polypiers ne seraient, dans ces lieux et dans beaucoup d'autres, que des dépôts purement locaux, que nous chercherons à expliquer aux déductions ; mais, en attendant, nous ne croyons pas que les seuls caractères minéralogiques et stratigraphiques des couches puissent, sans le secours des restes organisés qu'elles renferment, donner aucun résultat général pour les limites supérieures ou inférieures de l'étage corallien, et même pour les caractères distinctifs des autres étages, tandis qu'avec les caractères paléontologiques de l'étage, la stratification offre partout une concordance parfaite.

§ 2070. **Puissance connue.** En mesurant toutes les couches qui plongent légèrement au sud-ouest, dans la Charente-Inférieure, de Marsilly jusqu'à Angoulin, on arrive à croire que l'ensemble n'a pas moins de 200 à 300 mètres de puissance.

§ 207. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Considérées sous le point de vue de leur application, les causes actuelles nous font retrouver, dans les couches locales de l'étage corallien, les côtes tranquilles, les côtes battues de la vague, des mers alternativement calmes et agitées, traversées par des courants sous-marins, ou recélant des récifs de coraux, comme les mers d'aujourd'hui. Parcourons un instant, pour le démontrer, les anciennes mers jurassiques de cette époque.

§ 2072. **Points littoraux des mers.** Peut-être les anciennes côtes ont-elles été enlevées par des dénudations postérieures ; toujours est-il que les coquilles flottantes de Céphalopodes sont très-rares dans cet étage, et nous donnent peu de dépôts riverains faits au niveau supérieur des marées. Sous ce rapport, nous ne pouvons citer que Dompierre, la Belle-Croix, Marsilly, près de la Rochelle (Charente-Inférieure), et Beauvoir (Deux-Sèvres). Les points littoraux donnés par les bois fossiles et les plantes se voient à Verdun (Meuse). Les points littoraux donnés par les coquilles roulées, existent près de Saint-Mihiel (Meuse) ; près de Châtel-Censoir, dans quelques-unes des couches de Saintpuits, dans les couches supérieures de Tonnerre (Yonne), de Saint-Côme (Sarthe), de la Roche-de-Bonneville, près de Clamecy (Nièvre), etc. Un des plus beaux types des côtes tranquilles se voit à Beauvoir, à Dompierre ; là, de grosses Ammonites ont été jetées par intervalles sur les sédiments les plus

fins, sans avoir souffert aucune altération. Les bivalves entières, le plus souvent mortes, et les valves ouvertes, sont couchées sur le côté, près de coquilles si fragiles, que le moindre choc aurait dû les briser. D'autres couches, sur les mêmes points, montrent beaucoup de coquilles lamellibranches verticales, ou dans leur position normale d'existence; ce qui porterait à croire que ces côtes étaient sous l'influence des marées, et dans la zone de balancement des eaux. Tout annonce que ces dépôts se formaient dans des parages tranquilles des mers, où à peine le tassement des coquilles, par bancs réguliers, annonce quelque faible agitation. Si nous laissons ces régions calmes de l'ancien littoral corallien, pour y chercher des côtes battues de la vague, nous les trouverons très-prononcées, dans les fossés d'un bois distant d'une couple de kilomètres de Saint-Mihiel (Meuse); au-dessus des carrières de Vauligny, près de Tonnerre (Yonne), et dans les autres lieux cités. Ici rien n'est entier; toutes les coquilles et les coraux y sont roulés, usés et amoncelés sans ordre, les uns sur les autres, mélangés à de nombreux débris calcaires de toute grosseur. On y reconnait facilement que toutes les matières composant ces dépôts ont été longtemps remuées et ballottées par les eaux les unes contre les autres, comme nous les voyons aujourd'hui sur les côtes les plus exposées aux vents.

§ 2073. **Points sous-marins voisins des côtes.** Aux coquilles non roulées, au manque complet de coquilles flottantes, et à l'abondance des coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, nous voyons que beaucoup de couches se sont formées sous les eaux. Nous renvoyons pour les localités à l'extension géographique; car, à l'exception des points côtiers déjà cités, et des points plus profonds que nous énumérons plus loin, tous les lieux connus sont sous-marins, et formés près des côtes. Nous trouvons dans le ravin de la Tournelle, près de Saulce-aux-Bois (Ardennes), dans les dépôts, la composition que nous détaillons dans le tableau ci-contre pour en tirer quelques applications.

En résumé, nous trouvons six couches *a*, *c*, *e*, *g*, *i*, *k*, formées de sédiments fins sans fossiles, alternant avec cinq couches *b*, *d*, *f*, *h* et *j*, pétries de coquilles de *Cardium*, de *Diceras*, de *Corbis*, avec leurs deux valves, mais couchées sur le côté, ce qui prouve qu'elles ont été remuées par les eaux, mélangées avec des *Nerinea*, des *Natica*, des *Pterocera*, empâtées dans le calcaire, mais allongées dans le sens horizontal des couches. Ici nous voyons, indispensablement, des intervalles de repos, pendant lesquels se sont déposés les calcaires fins, sans fossiles; et des périodes d'agitation des eaux, pendant lesquelles tous les corps les plus denses, tels que les coquilles, se sont tassés et sont restés sous les sédiments fins, comme nous l'avons expliqué aux per-

| | |
|---|---|
| *a* | Un mètre d'épaisseur de calcaire blanc, composé de sédiments fins et sans fossiles. |
| *b* | Banc d'un demi-mètre de calcaire blanc, composé de sédiments fins, rempli de coquilles d'Acéphales et de Gastéropodes, placées dans la position la plus favorable à leur équilibre, suivant leurs formes. |
| *c* | Couche en tout semblable à la couche *a*. |
| *d* | Banc en tout semblable au banc *b*. |
| *e* | Couche en tout semblable à la couche *a*. |
| *f* | Banc en tout semblable au banc *b*. |
| *g* | Couche en tout semblable à la couche *a*. |
| *h* | Banc en tout semblable au banc *b*. |
| *i* | Couche en tout semblable à la couche *a*. |
| *j* | Banc en tout semblable au banc *b*. |
| *k* | Couche en tout semblable à la couche *a*. |

turbations naturelles des causes actuelles (§ 91, 106). Le même fait existe sur tous les points de l'étage corallien des environs de la Rochelle ; mais on y retrouve, de plus, beaucoup de coquilles dans leur position normale d'existence,

§ 2074. Dans les carrières de Vauligny, près de Tonnerre, on remarque, à environ 16 mètres au-dessus de la couche inférieure exploitée, une couche très-connue des carriers, toute formée, entre les bancs, de traces d'ondulations laissées sous l'action des eaux, que nous avons signalées aux empreintes physiques (§ 33) Nous avons vu dans cette carrière des blocs magnifiques qui feraient l'ornement de nos Musées, et représenteraient parfaitement ces ondulations, que nous voyons aujourd'hui, à basse mer, sur les côtes.

§ 2075. Nous avons observé dans les carrières de Saintpuits (Yonne), au-dessous de couches horizontales, une série de couches horizontales aussi, mais formées de gros sédiments, et montrant des lits parallèles,

inclinés de 20 à 30° au N.-E. Nous voyons encore ici un fait analogue à celui que nous avons signalé à l'étage bathonien (§ 2001). Ce sont évidemment des lits formés sous l'influence de courants sous-marins (§ 83) qui marchaient du S.-O. au N.-E., dans une direction parallèle à l'ancienne côte de cette époque, comme on pourra le reconnaître dans notre carte des mers jurassiques, *fig.* 408.

§ 2072. **Points profonds des mers.** D'autres fois ces mers, plus profondes, et dès lors plus tranquilles, sont constamment restées dans le repos, comme à Puisieux (Ardennes), au-dessus de Grasse (Var), où les polypiers et les autres fossiles sont, pour ainsi dire, où ils ont vécu. Nous avons parlé des récifs de coraux de l'étage corallien, peut-être l'un des faits les plus curieux qu'on puisse constater en paléontologie ; car non-seulement on y trouve des êtres, mais encore souvent des colonnes entières d'animaux perdus restés sur le point où ils vivaient et dans leur position respective d'existence. On voit ces anciens récifs de coraux à Saint-Mihiel (Meuse), près de la ville, où se montrent de grandes masses de polypiers encore en place dans une tranchée de route; nous en avons rencontré quelques-uns au-dessus de Grasse, chemin de la Malle (Var), mais ils sont particulièrement remarquables à Trouville, au-dessus du bourg, et à Benerville (Calvados), où ils forment tous ces rochers isolés qui, moins attaquables que le reste de la roche, sont restés ou amoncelés sur la côte, ou isolés sur le sol. Ces deux points du Calvados et du Var sont d'autant plus curieux, que les couches voisines ne renferment pas de polypiers et que ceux-ci ne formaient que des récifs isolés. Les lieux les plus instructifs à visiter sous ce rapport sont surtout les côtes de la pointe du Ché et d'Angoulin, près de la Rochelle (voyez *fig.* 468). Là, des blocs énormes de polypiers,

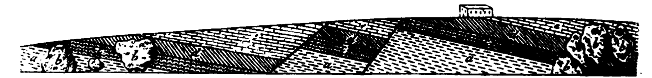


*Fig.* 468. Coupe de l'étage corallien, prise à la pointe du Ché, près de la Rochelle.

*b. b, b*, sont debout, isolés sur la côte; ou en place, au milieu de sédiments plus ou moins fins. On les voit encore entourés soit de sédiments fins couche *a*, soit de toute la faune locale de cette époque (couche *c, d, e*) ; ici ce sont des oursins (Cidaris) avec leurs piquants placés dans les anfractuosités des masses madréporiques où ils vivaient, à côté des Comatules avec leurs bras, dans leur position normale; plus loin des Crinoïdes encore debout, ou dont les calices sont seulement couchés à côté de leur tige et de leur racine ; partout des groupes d'Huîtres, de Serpules, etc., etc. A côté de ces blocs de rochers sont souvent des cou-

ches de sédiments fins (couche *a*), remplis de coquilles bivalves, dans leur position normale d'existence. Sur certains points on se croirait réellement transporté au fond d'une mer récemment abandonnée qui, longtemps cachée par des sédiments fins, vient enfin de lever le voile qui la couvre, sous l'influence des eaux actuelles de l'Océan. Par la manière dont toute cette faune a été enveloppée successivement, soit de sédiments fins, soit de débris organiques plus denses, disposés par bancs horizontaux, on peut facilement juger que des intervalles de repos et d'agitation produits par les causes actuelles, se sont succédé jusqu'à l'instant où le récif s'est trouvé entièrement couvert de sédiments, circonstance qui a détruit entièrement les Polypiers et les Crinoïdes.

§ 2077. **Oscillations du sol.** La présence, à Dompierre, près de la Rochelle, de couches remplies de coquilles flottantes, au-dessous de couches évidemment sous-marines, ne permet pas de douter que des oscillations du sol n'aient eu lieu durant la période corallienne.

§ 2078. **Caractères paléontologiques.** Sans être aussi tranchée que la faune de l'étage oxfordien, nous voyons néanmoins, dans celle-ci, une époque non moins curieuse, et surtout presque aussi riche en caractères. On reconnaît pourtant, malgré ses différences, qu'elle tient par son ensemble au même facies géologique que l'étage précédent.

§ 2079. **Caractères négatifs tirés des genres.** L'étage corallien se distingue de l'étage oxfordien, outre les 69 genres que nous avons vus naître et disparaître dans le dernier, sans se montrer dans le premier, par 11 genres qui, nés dans les étages antérieurs, se sont également éteints avant le commencement de l'étage corallien (§ 2054), ou, en tout, 78 genres pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage. Ce résultat montre déjà qu'à cette époque, malgré la richesse de l'étage corallien, les terrains jurassiques entrent dans cette période de décadence que nous verrons se prononcer davantage pour les deux étages suivants.

§ 2080. Les limites paléontologiques avec l'étage kimméridgien ne sont pas aussi tranchées sous le rapport des caractères négatifs, et cela nous paraît être une conséquence de ce que nous venons de dire. Nous n'avons, en effet, que les 4 genres de Reptiles de notre tableau n° 3 qui, nés avec l'étage kimméridgien, manquent encore à l'époque corallienne.

§ 2081. **Caractères paléontologiques positifs, tirés des genres.** Comme application aux limites des étages oxfordien et corallien, nous avons les 36 genres suivants qui, inconnus dans l'époque oxfordienne, ne commencent à se montrer, au moins dans la limite de nos connaissances actuelles, qu'avec la période qui nous occupe. Parmi les Mollusques gas-

téropodes, les genres *Helicocryptus*, *Scalaria*; parmi les Lamellibranches, les genres *Diceras* et *Pulvinites*; parmi les Échinodermes, les genres *Glypticus*, *Heliocidaris*, *Eucosmus*, *Acropeltis* et *Guettardicrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Aplophyllia*, *Adelocœnia*, *Stylosmilia*, *Parastrea*, *Conocœnia*, *Enallocœnia*, *Dactylastrea*, *Thamnastrea*, *Dendraræa*, *Dactylaræa*, *Polyphyllastrea*, *Axophyllia*, *Aplosmilia*, *Stylogyra*, *Pachygyra*, *Meandrophyllia*, *Decacœnia*, *Comophyllia*, *Lobocœnia*, *Phytogyra*, *Cyathophora*, *Latomeandra*, *Comoseris*, *Microphyllia*, *Myriophyllia*, *Pseudocœnia*; parmi les Foraminifères, le genre *Goniolina*.

§ 2082. Dans les genres apparus pour la première fois dans l'étage corallien, tous ceux qui ne survivent pas à cet étage, qui y naissent et y meurent sans passer à la période kimméridgienne, seront autant de caractères positifs pour le distinguer de cette période. Ces genres, au nombre de 25, sont ainsi répartis : parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Diceras*; parmi les Échinodermes, les genres *Eucosmus*, *Acropeltis* et *Guettardicrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Aplophyllia*, *Adelocœnia*, *Conocœnia*, *Dactylastrea*, *Thamnastrea*, *Dendraræa*, *Dactylaræa*, *Axophyllia*, *Aplosmilia*, *Stylogyra*, *Pachygyra*, *Meandrophyllia*, *Decacœnia*, *Comophyllia*, *Lobocœnia*, *Phytogyra*, *Cyathophora*, *Comoseris*, *Myriophyllia*, *Pseudocœnia*; parmi les Foraminifères, le genre *Goniolina*. Joignons à ces genres les 15 suivants qui, nés antérieurement, se sont également éteints dans cet étage sans passer au suivant : Parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Ditremaria*, *Purpurina*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Hippopodium*; parmi les Échinodermes, les genres *Acrosalenia*, *Hyboclypus*, *Acrocidaris*, *Ophiurella*, *Apiocrinus* et *Millericrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Eunomya*, *Dendrocœnia*, *Stylina*, *Microsolena*, *Confusastrea* et *Tremocœnia* : et nous aurons 40 genres pouvant séparer les deux étages. On voit que le nombre des genres distinctifs est très-grand, surtout par rapport aux discordances communes en France. On remarquera encore, que ces genres dépendent presque exclusivement des Échinodermes et des Zoophytes, et, dès lors seulement, des animaux qui constituent aujourd'hui les récifs de coraux de nos mers, comme pour prouver l'identité de rapport des récifs anciens avec les récifs actuels (§ 119).

§ 2083. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans parler des animaux vertébrés, des animaux annelés et des plantes, qui offrent un grand nombre d'espèces caractéristiques de cet étage, les animaux mollusques et rayonnés seuls nous ont donné, après discussion très-sévère, le nombre de 656 espèces, dont nous offrons la liste synonymique et géographique dans notre *Prodrome de paléontologie strati-*

*graphique* (tome 2, p. 1 et suiv.) (1), si nous séparons de ce chiffre les 15 espèces communes avec l'étage oxfordien (§ 2055) et les 13 suivantes que nous rencontrons dans l'étage kimméridgien :

**Espèces communes aux étages corallien et kimméridgien.**

| | |
|---|---|
| Nautilus giganteus, d'Orb. | Avicula subplana, d'Orb. |
| Natica hemisphærica, d'Orb. | Pinnigena Saussurei, d'Orb. |
| Ammonites Cymodoce, d'Orb. | Hinnites inæquistriatus, d'Orb. |
| Panopæa sinuosa, d'Orb. | Ostrea solitaria, Sow. |
| Ceromya excentrica, d'Orb. | Rhynchonella inconstans, d'Orb. |
| Thracia suprajurensis, Desh. | Terebratula subsella, Leymerie. |
| Mytilus Lysippus, d'Orb. | Cidaris Orbignyana, Agass. |

mais seulement dans les couches presque en contact des deux étages, ce qui ne prouve pas qu'elles aient vécu dans les deux, nous aurons encore 630 espèces caractéristiques de cet étage. Ces espèces suffiront, nous le pensons, d'un côté pour prouver l'indépendance de l'étage, de l'autre pour servir à le distinguer des âges antérieurs et postérieurs.

§ 2084 A l'extension géographique, nous avons donné la liste de beaucoup de points où nous avons certainement reconnu l'étage qui nous occupe ; pour s'en convaincre, on n'aura qu'à consulter notre *Prodrome de Paléontologie*, où toutes les localités sont indiquées On y verra que partout, lorsque le même facies de dépôt se rencontre, on a les mêmes espèces, qu'on prenne les localités dans les Alpes ou en Normandie, près de la Rochelle ou dans les Ardennes. Ce sont des horizons si constants, qu'il faudrait se refuser à l'évidence pour ne pas les admettre. Parmi les espèces, il en est de plus communes sur tous les points et qu'il est facile de ne pas confondre, leurs formes étant plus tranchées. Nous en citerons ici quelques-unes, qui nous paraissent les plus caractéristiques sous ces doubles rapports de la forme et de l'extension géographique.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Ammonites Altenensis. | 6 | Nerinea fasciata. | 25 |
| — Rupellensis. | 7 | — Visurgis. | 26 |
| Nerinea Mandelslohi. | 24 | — Defrancii. | 53 |
| | | — Desvoidyi. | 55 |
| | | — umbilicata. | 56 |

(1) Voyez, pour les descriptions et les figures des espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, et notre *Monographie des Crinoïdes*, où nous avons figuré les magnifiques espèces de France, qu'on trouve dans cet étage.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Natica grandis. | 87 | Pecten niveus. | 363 |
| Nerita pulla. | 100 | Diceras arietina. | 372 |
| Turbo princeps. | 122 | Ostrea spiralis. | 380 |
| Pholadomya canaliculata. | 214 | Terebratula Repeliniana. | 394 |
| Opis cardissoides. | 235 | Pygaster patelliformis. | 414 |
| Trigonia Bronnii. | 259 | Glypticus hieroglyphicus. | 420 |
| — Meriani. | 262 | Diadema pseudodiadema. | 423 |
| Cardium corallinun. | 284 | Cidaris Blumenbachii. | 440 |
| Myoconcha compressa. | 309 | Apiocrinus Roissyanus. | 452 |
| Pinnigena Saussurei. | 348 | Cryptocœnia subregularis. | 529 |

Nous figurons ici quelques-unes des espèces de cette faune (*fig.* 469 à 473).

§ 2085. **Chronologie historique.** La perturbation géologique (§ 2063) qui a mis un terme à la durée de la période oxfordienne a anéanti

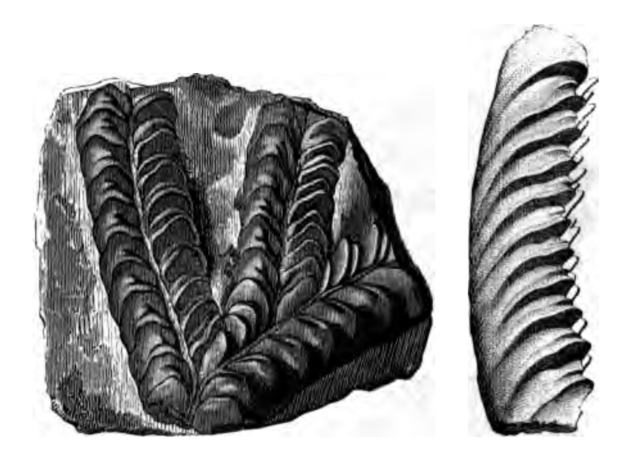


*Fig.* 472. Phytogyra magnifica.

78 genres d'animaux de toutes les séries, qui vivaient à cette époque. Indépendamment des espèces de plantes, des espèces d'animaux vertébrés et annelés, cette catastrophe finale a également anéanti 724 espèces d'animaux mollusques et rayonnés énumérés dans notre *Prodrome*. Le calme revenu dans la nature, elle s'est repeuplée de nouveau. C'est alors que sont apparus, avec l'étage corallien, 36 genres inconnus aux

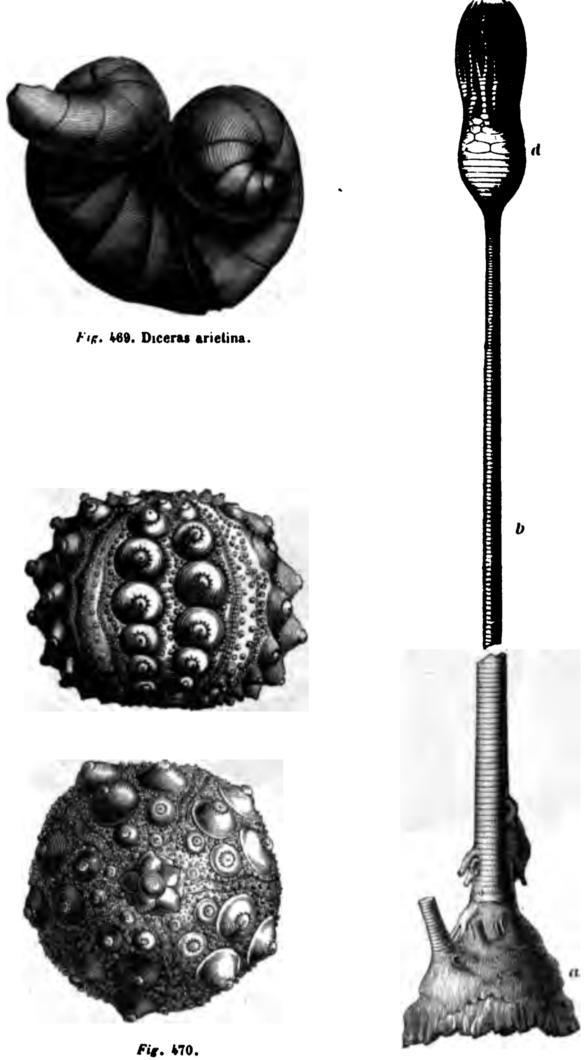



Fig. 469. Diceras arietina.

Fig. 470.
Hemicidaris crenularis.

Fig. 471. Apiocrinus Roissyanus.

époques antérieures, en même temps que 641 espèces nouvelles pour l'animalisation.

§ 2086. Les mers coralliennes (voyez étage 14ᵉ de la *fig.* 408) conservent, en France et en Angleterre, la même circonscription qu'à l'étage précédent ; seulement elles s'éloignent de tous les points de la côte, en y laissant de larges atterrissements. En Allemagne, l'extension des mers coralliennes paraît suivre les mêmes conditions qu'en France ; mais il n'en est pas ainsi en Russie, où toutes ces vastes surfaces qui s'étendaient jusqu'à la mer Glaciale ne paraissent plus lui avoir donné accès. La Russie, de mer qu'elle était, serait devenue continent à la fin de l'époque oxfordienne, et, dès lors, durant la période corallienne.


Partie grossie.


*Fig.* 473. Dendraræa ramosa.

§ 2087. Les *continents*, tout en restant les mêmes en France, se sont considérablement accrus sur leurs bords, à la fin de l'étage oxfordien. Il en serait de même en Angleterre et en Allemagne ; mais, d'après le manque complet de cet étage en Russie, nous pourrions croire que toute la région occupée par les mers oxfordiennes, depuis Moscou jusqu'à la mer Glaciale, serait, après cette période, redevenue continent, comme nous l'avions vu depuis l'étage permien (§ 1830) jusqu'à l'étage callovien (2033).

§ 2088. Indépendamment de quelques-uns des mêmes genres que nous avons vu couvrir les mers oxfordiennes (§ 2061), il en naît un grand nombre de nouveaux dans les mers coralliennes. Parmi ceux-ci nous remarquons, avec quelques Mollusques, un très-grand nombre d'Échinodermes et de Zoophytes, qui constituaient des récifs ou une faune analogue à la faune actuelle des récifs de coraux de nos mers, et vivaient dans des conditions spéciales. C'est même cette disposition particulière des récifs qui nous donne, à cette époque, un premier règne si remarquable de Zoophytes, d'Échinides et de Crinoïdes, indépendamment des *Diceras* et des *Nerinea*, qui y vivaient presque spécialement, comme les *Chama* et les *Terebra* de nos mers, avec lesquels ils ont des

analogies de forme. C'est, en effet, à cette époque que les genres *Diceras*, *Nerinea*, *Purpurina*, *Hemicidaris*, *Acrocidaris*, *Millericrinus* et *Apiocrinus* ont eu leur maximum de développement spécifique. En résumé, la faune marine, tout en étant voisine de la faune oxfordienne, a son cachet particulier, donné par l'abondance des genres propres aux récifs ou aux rochers sous-marins.

§ 2089. La faune terrestre de cette époque devait être voisine de la faune terrestre de l'étage oxfordien. Néanmoins nous sommes obligés d'en rester, sous ce rapport, presque aux hypothèses, car nous n'avons que très-peu d'animaux terrestres connus. En séparant de la flore des terrains oolithiques de M. Brongniart les espèces qui nous paraissent dépendre de cet étage, nous aurons pour vestige de la flore perdue les quelques espèces qui suivent :

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES

Pachypteris microphyllia, Brongn. Verdun.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES.

Zamites Moreani, Brongn. Verdun.

CONIFÈRES.

Brachyphyllum Moreauanum, Br. Verdun.

B. majus, Brongn. Verdun.

§ 2090. Les oscillations du sol devaient exister durant la période corallienne, à en juger par les faits que nous avons cités (§ 2077).

§ 2091. La perturbation finale de cet étage s'est sans doute manifestée au loin; néanmoins, le manque des étages supérieurs dans les Alpes, depuis Grasse jusqu'à Gap (§ 2068), pourrait faire croire qu'il y a eu un mouvement sur ce point, à la fin de cette période; mouvement qui coïncide, du reste, parfaitement, avec les limites des faunes, dans les strates consolidées de l'écorce terrestre.

## 15e Étage : KIMMÉRIDGIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Emys* et *Platemys*.

*Règne* des genres *Teleosaurus*, *Pliosaurus*, *Ceromya*.

*Première période de dégradation* de la faune jurassique.

*Zone* des *Ammonites Lallierianus* et *decipiens*, du *Pterocera Ponti*, de la *Pholadomya acuticosta*, du *Ceromya excentrica*, du *Lavignon rugosa*, de l'*Ostrea deltoidea*.

§ 2091 *bis*. **Dérivé du nom.** Nous avons fait dériver le nom de la ville de *Kimmeridge*, où, en Angleterre, a été décrit le premier type de cette période géologique.

§ 2092. **Synonymie.** Suivant la position géologique, c'est notre étage

***kimméridgien*** depuis 1843, partie de l'***étage supérieur du système oolithique***, de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont.

***Suivant les fossiles***, c'est le ***calcaire à Gryphées virgules***, de M. Thirria; le ***calcaire et les marnes à Ptérocères***, de M. Royé.

***Suivant la composition minéralogique***, c'est l'***argile d'Honfleur***, de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont; ce sont les ***marnes kimméridgiennes***, ou les ***marnes*** et le ***calcaire de Banné***, de M. Thurmann; le ***Kimmeridge-clay*** (les argiles de Kimmeridge), et le ***Weymouth-Beds***, de M. Fitton; le ***terrain portlandien***, de M. Gressly; le ***Portlandkalck***, de M. Rœmer, mais non le ***Portland-stone*** des géologues anglais.

***Type français***, à Tonnerre (Yonne), à Mauvage (Meuse), au Havre, à Honfleur; au Rocher et à Châtelaillon (Charente-Inférieure).

§ 2093. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 15 de notre carte, *fig.* 408.) Le grand nombre de points où l'étage qui nous occupe a été rencontré dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen doit nous faire croire qu'il s'est déposé partout avec régularité sur l'étage corallien, et que, s'il ne se voit pas sur tous les points, c'est par suite de changements de niveau postérieurs qu'il a été recouvert par des étages crétacés et tertiaires, ou qu'il a subi des dénudations partielles. Autour du bassin anglo-parisien, il se montre avec un grand développement de couches : à Boulogne (Pas-de-Calais), sur la côte même; à Audinghen, à Loquinghen et à Bazinghen; puis commence dans la Meuse, à Mauvage, à Demange-aux-Eaux, à Montfaucon, une large bande kimméridgienne, qui se dirige au sud, passe dans la Haute-Marne, à Blaize et à Bouzancourt, près de Cirey-le-Château; dans l'Aube, près de Bar-sur-Seine, à Gyé-sur-Seine, aux Riceys, à Fontaine, à Balnot-sur-Laigne, à Merrey, à Villemorin et à Bar-sur-Aube; dans l'Yonne, à Tonnerre, à Chablis, à Lucy-le-Bois, près d'Auxerre, à Vallan, Escamps, Avigneau, Coulangeron, Ouaine, Chatenay, Taingy, Lain, Sainte-Colombe-en-Puisaye, Perreuse et Treigny; dans la Nièvre, à Dampierre, à Saint-Vrain, à Aligny et à Cosne; dans le Cher, près de Sancerre. Recouvert sur tous les autres points du bassin par les terrains crétacés, il reparaît sous ceux-ci, seulement sur la côte de Normandie, où il commence au-dessus de Trouville, à Henqueville, à Criquebœuf, et se continue jusqu'à Honfleur (Calvados), où il disparaît sous les eaux de la mer. On le retrouve ensuite de l'autre côté de la Seine, au-dessous du Havre et du cap de la Hève. Il vient encore surgir dans l'Oise et dans la Seine-Inférieure, sur une ligne qui passe par les communes de Bazancourt, de Senoncourt, de Montperthui, d'Hécourt, de Bois-Haubert, de Senantes, de Lanlu, de Ville-en-Bray, de Bothois, d'Hodène-en-Bray, de Courcelle-sous-Bois, etc., si bien étudiées par M. Graves.

En Angleterre, où nous trouvons la continuité du bassin anglo-pari-

sien, l'étage forme, sur les autres terrains jurassiques, une bande qui traverse encore, du sud au nord, une grande partie de l'Angleterre; cette bande passe dans le sud du Dorsetshire, près de Portland; à Wilchurch, à Hardwick, près de Weymouth; dans le Wiltshire, dans le Berkshire, dans l'Oxfordshire, à Heddington, près d'Oxford; à Chiksgrove, à Tham, dans l'ouest du Buckinghamshire, dans le Bedfordshire, dans le Huntingdonshire, dans le Cambridgeshire, à Skotower. Après avoir été interrompue, elle reprend dans le Lincolnshire, pour y cesser tout à fait.

Dans le bassin pyrénéen, l'étage kimméridgien forme une bande parallèle presque aussi large que l'étage corallien sur lequel il repose. Il compose toutes les falaises de Châtelaillon et du Rocher, entre la Rochelle et Rochefort; toute la côte orientale de l'île d'Oléron, depuis la tour de Chassiron à Saint-Denis, au port du Douhet, à Saint-Pierre, jusque sous Oléron même. En s'éloignant de la côte, il s'étend à l'est, par Saint-Jean-d'Angely, le Pin, jusque dans la Charente, à Rouillac, à Ruelle, près de la source de la Touvre et à la Fonderie.

Dans le bassin méditerranéen, nous avons cru le reconnaître par la présence de l'*Ostrea virgula*, entre Cuers et Brignoles (Var). M. Gras nous a montré des fossiles qui l'indiqueraient positivement à Morestel, près de Grenoble. — Dans le Jura, l'étage existe bien caractérisé; dans l'Ain, à Alex, à Abergemont, près de Nantua et à Oyonnax; dans le Jura, à Aiglepierre, près de Salins; dans le Doubs, à Audicourt, à Mone, près de Besançon; dans la Haute-Saône, à Chargey-lès-Gray.

Si nous le poursuivons dans le Jura suisse, nous le retrouverons dans le canton de Vaud, à Sainte-Croix; dans le canton de Neufchâtel, à la Chaux-de-Fonds; dans le canton de Berne, au Banné, à Haute-Coure, à Alli, près de Porentruy, au Raimeux, près de Délemont, à Gresfel; dans le canton de Soleure, à Laufen, à Obergosgen, à Born, à Trimbach; dans la vallée de la Birse, à Olten et aux environs de Schaffouse.

L'étage existe certainement dans l'île de Sardaigne; nous l'avons reconnu sur des fossiles rapportés par M. de la Mormora; il parait aussi exister dans le Tyrol. On le connait de plus dans le Wurtemberg, à Heidenheim; et en Allemagne, à Langeberge, près de Goslar, à Watterberg, près d'Eschershausen, à Deutschland, et sur beaucoup d'autres points qu'on trouvera indiqués aux espèces dans le *Prodrome de Paléontologie*. — Il paraît encore exister dans le Portugal, à Torre-Vedras.

§ 2094. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 15 de nos coupes, *fig.* 393, 424, 428.) Nous dirons que l'étage kimméridgien conserve une concordance parfaite avec l'étage corallien, qu'il recouvre partout au pourtour des bassins anglo-parisien et pyrénéen. Seulement, à mesure que nous

remontons dans les étages supérieurs, le pourtour des mers jurassiques étant beaucoup moins profond, les couches occupent une plus grande surface et approchent davantage de l'horizontalité, tout en plongeant un peu vers le fond des bassins. Comme les couches coralliennes, celles-ci offrent, sur presque tous les points, malgré leur parallélisme apparent, un grand nombre de failles, comme nous l'avons reconnu dans les falaises du Rocher, commune d'Ives, entre la Rochelle et Rochefort, et près de Saint-Denis, île d'Oléron. La concordance de stratification entre l'étage kimméridgien et l'étage corallien, qu'il recouvre partout dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, prouve que l'époque qui nous occupe a bien succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage corallien.

§ 2095. **Discordances.** Pour limiter inférieurement l'étage, nous avons les discordances d'isolement que donne, dans les Alpes françaises et dans le Yorkshire en Angleterre, le manque de l'étage kimméridgien sur l'étage corallien (§ 2068), ce qui annonce certainement, sur ces points, un mouvement géologique entre les deux. Pour les limites supérieures, les discordances réelles nous manquent avec le portlandien, qui pourrait tout aussi bien être considéré comme une partie supérieure de l'étage kimméridgien que comme une époque particulière peu importante. Nous renvoyons donc, pour les discordances, à l'étage suivant (§ 2117 à 2120).

§ 2096. **Composition minéralogique.** Nous trouvons dans cet étage plusieurs formes minéralogiques différentes, soit superposées, soit sur des points éloignés. A Châtelaillon, près de la Rochelle, voici la succession dans l'ordre des couches composantes :

| | |
|---|---|
| *f* | Série de couches de calcaire argileux jaunâtre avec fossiles. Partie supérieure. |
| *e* | Couches oolithiques, jaunes, sans fossiles |
| *d* | Calcaire jaune dur, pétri de débris de coquilles triturées. |
| *c* | Couches argileuses jaunes, plus ou moins compactes, contenant l'*Ammonites Cymodoce*, et d'autres fossiles. |
| *b* | 16 à 18 mètres d'argile bleue, non feuilletée, presque sans fossiles. |
| *a* | 4 à 6 mètres d'épaisseur de bancs de calcaire argileux, bleu, compacte, alternant avec de petites couches argileuses, remplies de fossiles dans leur position normale. |

Au Rocher, à une lieue plus au sud, toutes les couches sont argi-

leuses, bleues, plus ou moins compactes, séparées par bancs réguliers, entre quelques-uns desquels sont des couches formées d'*Ostrea virgula*. A l'île d'Oléron, c'est une succession de couches argileuses ou calcaires, par bancs réguliers, souvent ondulés. Entre Niort et St-Jean-d'Angely, les couches kimméridgiennes commencent au sud de Villeneuve-la Comtesse, par des grès jaunâtres, recouverts ensuite par des couches de calcaire argileux, blanc comme de la craie; à Ruelle, près d'Angoulême, et dans l'Yonne, ce sont des calcaires argileux gris ou jaunâtres; dans le Boulonais, ce sont des couches de calcaires noirâtres, pétris de coquilles et de débris; à Villerville et au Havre, c'est une alternance de calcaires argileux et d'argile bleue et jaune. On voit par ce qui précède que dans l'étage kimméridgien on retrouve des grès, de l'oolithe, des argiles ou des calcaires blancs. jaunes, gris ou bleus, suivant les localités, ou sur le même point. Il est donc impossible d'avoir un caractère minéralogique à indiquer comme ligne de démarcation générale entre l'étage kimméridgien et l'étage corallien Si à Villerville (Calvados) ce sont des argiles kimméridgiennes qui reposent sur les grès coralliens, auprès de Villeneuve-la-Comtesse ce sont, au contraire, des grès kimméridgiens qui recouvrent les calcaires argileux coralliens, contenant les uns et les autres les mêmes faunes fossiles.

§ 2097. **Puissance connue.** En additionnant les couches qui composent l'étage, soit depuis Châtelaillon jusqu'à la fin du Rocher, route de Rochefort, soit depuis Villeneuve-la Comtesse jusqu'au delà de Saint-Jean-d'Angely (Charente-Inférieure), on arrive à trouver pour puissance environ 80 mètres. A Tonnerre, ou à Sainte-Colombe-en-Puisaye (Yonne), nous l'avons évaluée à 70 mètres. En Angleterre, on lui a reconnu jusqu'à 150 mètres

§ 2098. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous avons reconnu dans cet étage, comme dans les autres, des dépôts littoraux et sous-marins de diverses natures.

*Points littoraux des mers.* Par les coquilles flottantes, très-nombreuses dans les couches, nous regardons comme partie littorale les points suivants : quelques couches des environs de Boulogne (Pas-de-Calais); de Mauvage (Meuse); de Cirey-le-Château, de Blaise (Haute-Marne); de Tonnerre, d'Auxerre et de Lucy-le-Bois, près d'Auxerre; d'Honfleur, à basse mer (Calvados); de l'Oise, surtout à Montperthuis, Hécourt, Bois-Haubert; à Châtelaillon la couche *c*, une couche inférieure au Rocher, à Saint-Jean-d'Angely (Charente-Inférieure); à Ruelle (Charente). De tous ces points, les environs de Boulogne nous ont offert seuls des côtes agitées. ce que prouve la grosseur des sédiments; tandis que partout ailleurs ce sont des dépôts tranquilles, comme ceux qui se forment aujourd'hui dans les golfes.

§ 2099. **Points sous-marins voisins des côtes.** L'abondance des coquilles de Gastéropodes et de Lamellibranches, et le manque presque complet de coquilles de Céphalopodes, nous font regarder, comme s'étant déposées près des côtes, au niveau inférieur des marées, ou peu au-dessous, quelques-unes des couches des points suivants : de Boulogne et ses environs, de Demange-aux-Eaux (Meuse), des Riceys, de Merrey (Aube), de Tonnerre, des environs d'Auxerre, de Sainte-Colombe-en-Puisaye, et sur presque tous les points du canton de Saint-Sauveur (Yonne) ; de Trouville, de Villerville (Calvados) ; du Havre (Seine-Inférieure) ; de Bazancourt, de Torcy, de Villeneuve-en-Bray (Oise) ; de Châtelaillon, du Rocher, de l'île d'Oléron, de Saint-Jean-d'Angely (Charente-Inférieure); de la source de la Touvre, près de Ruelle (Charente) ; d'Audicourt (Doubs); de Chargey-lès-Gray (Haute-Saône); d'Aiglepierre, près de Salins (Jura) ; d'Alex, d'Abergemont, près de Nantua (Ain).

§ 2100. Nous voyons au Havre des dépôts sous-marins formés sous l'influence d'une période d'agitation déterminée par des courants, et d'autres déposés pendant le repos prolongé : les premiers, marqués par l'assemblage des couches remplies de coquilles placées mortes où elles sont ; les autres, par des argiles où l'on retrouve beaucoup de coquilles bivalves en place, dans leur position normale d'existence. A l'île d'Oléron, ce sont, au contraire, des dépôts sous-marins, formés seulement dans une période de repos. La localité la plus remarquable par les faits de ce genre qu'elle présente est, sans contredit, la pointe de Châtelaillon. Nous avons dit qu'elle se compose de couches variables, épaisses, plongeant légèrement au sud. Voici ce que nous pourrions voir

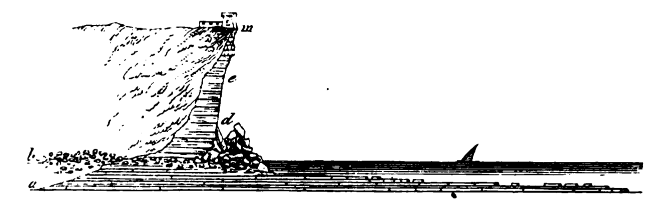



*Fig.* 474. Coupe de l'étage kimméridgien, prise à la pointe de Chatelaillon (Charente-Inférieure).

dans la composition des unes et des autres (§ 2096, *fig.* 474). Les couches *a*, formées de bancs de calcaires marneux et d'argile, qui s'étendent à marée basse dans la mer actuelle, sont, pour nous, le type d'un dépôt sous-marin voisin, ou même au niveau inférieur des marées de la côte, et sous l'influence de larges perturbations naturelles momentanées, démontrées par la séparation des bancs ; en effet, elles offrent partout une incroyable quantité de coquilles lamellibranches, de *Phola-*

*domya*, de *Mactra*, de *Ceromya*, d'*Anatina*, de *Thracia*, de *Pinna*, etc., dans leur position normale d'existence, les unes en famille, les autres isolées. On y voit encore, par places, des centaines de *Mytilus*, autour du point où elles adhéraient par leur byssus, et des groupes de *Pinna* dans la position verticale. Rien n'est remarquable comme ces bancs : on y voit les êtres marins tels qu'ils vivaient, et l'on prend, pour ainsi dire, la nature passée sur le fait de son existence, comme pour animer encore l'histoire ancienne de notre planète ; on dirait même que les dernières couches ont été recouvertes subitement par une affluence plus qu'ordinaire de sédiments qui a tout étouffé au-dessous, et a formé les couches *b*, encore sous-marines. En effet, le manque de stratification et même de fossiles de celles-ci, leur puissance homogène, annoncent qu'elles ont été déposées soit dans un parfait repos, soit par des sédiments apportés presque instantanément. Pour les couches *c*, elles nous paraissent côtières, ou du moins s'être déposées déjà sur des parties assez exhaussées pour atteindre les parties supérieures du balancement des marées. Nous pourrions croire également que les couches *d*, *e*, formées de coquilles brisées et d'Oolithes, sont encore des dépôts côtiers formés sous l'influence de l'agitation. En résumé, nous verrions à Châtelaillon des dépôts littoraux succéder à des dépôts côtiers sous-marins qui indiqueraient un relèvement lent de ces côtes, déterminé par l'accumulation des dépôts, comme nous en avons signalé dans les causes actuelles. Ce fait ne serait pas même exceptionnel ; si nous avions de l'espace pour les décrire, les couches kimméridgiennes du Calvados et de Saint-Jean-d'Angely nous montreraient un phénomène absolument semblable,

§ 2101. **Oscillations du sol.** Nous avons reconnu au Rocher, route de la Rochelle à Rochefort, au Pin, près de Saint-Jean-d'Angely, que des couches littorales renfermant beaucoup d'Ammonites, et dès lors annonçant un dépôt fait au niveau supérieur des marées, sont recouvertes par une grande puissance de couches sous-marines parfaitement caractérisées. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que des affaissements aient eu lieu durant la période kimméridgienne ; affaissements que nous avons attribués aux oscillations du sol (§ 1755).

§ 2102. **Caractères paléontologiques.** La faune de l'étage kimméridgien offre encore, à côté d'une disparité presque complète des espèces, des formes génériques, voisines de la faune précédente. On reconnaît qu'elle fait partie de ce grand tout des terrains jurassiques.

§ 2103. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage kimméridgien de l'époque antérieure, nous avons aujourd'hui les 40 genres qui existaient dans celle-ci (§ 2082), sans arriver jusqu'à cet étage. Ce résultat montre encore, comme nous l'avons dit (§ 2079), que

les terrains jurassiques continuent leur période de décadence; cette décadence ressort surtout de la valeur des caractères négatifs inférieurs, très-nombreux, comparés aux caractères négatifs supérieurs, presque nuls, et du peu de caractères positifs tirés des genres, que nous avons à signaler.

§ 2104. Pour limite supérieure, nous n'avons, en effet, parmi les Reptiles, que le genre *Cetiosaurus*, de notre tableau n° 3, qui, inconnu à l'étage kimméridgien, se rencontrerait dans l'étage portlandien.

§ 2105. **Caractères positifs tirés des genres.** Pour limites avec l'étage inférieur, nous avons les 4 genres suivants, qui manquent encore à cette époque et ne paraissent qu'avec l'étage kimméridgien, parmi les Reptiles : les genres *Stenosaurus*, *Streptospondylus*, *Emys* et *Platemys*.

§ 2106. Avec le genre *Stenosaurus*, mentionné seulement dans l'étage kimméridgien, et qui peut être invoqué comme limite positive avec l'étage portlandien, nous avons encore les 10 genres suivants, qui s'éteignent dans l'étage kimméridgien sans passer au portlandien: parmi les Reptiles, les genres *Plesiosaurus*, *Teleosaurus*, *Pliosaurus* ; parmi les Poissons, les genres *Asteracanthus*, *Strophodus*, *Thrissops* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Posidonomya*, *Ceromya* et *Pinnigena* ; parmi les Échinodermes, le genre *Clypeus*.

§ 2107. **Caractères positifs tirés des espèces.** Indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés, et des plantes, nous avons seulement, en animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 199 espèces, qui résultent d'un travail critique que nous avons exécuté. On trouvera les noms, la synonymie et l'extension géographique de ces espèces dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 2, p. 43 et suiv.), auquel nous renvoyons (1). En séparant de ce nombre les 13 espèces que nous avons vu se trouver en même temps dans l'étage corallien (§ 2083), et les 2 espèces suivantes : *Pterocera Oceani*, Delabèche et *Pecten lamellosus*, Sow , qui se rencontrent dans l'étage portlandien, il restera encore 184 espèces spéciales et caractéristiques de l'étage kimméridgien. Parmi ces espèces, les plus répandues et les plus caractérisées qui viendront répondre à l'extension géographique que nous avons donnée à l'étage, nous citerons les suivantes, dont on verra les localités dans notre *Prodrome* :

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Ammonites Lallierianus. | 5 |
| — decipiens. | 8 |
| Ammonites mutabilis. | 12 |
| Nerinea Gosæ. | 22 |
| Pleurotomaria Hesione. | 37 |
| Natica hemispherica. | 26 |

(1) Voyez aussi, pour les espèces de Céphalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, où toutes ces espèces sont décrites et figurées.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Pterocera Ponti. | 41 | Thracia depressa. | 85 |
| — strombiformis. | 43 | Mactra ovata. | 94 |
| Panopæa Aldouini. | 54 | Lavignon rugosa. | 100 |
| — Tellina. | 56 | Trigonia muricata. | 120 |
| Pholadomya acuticosta. | 63 | — papillata. | 121 |
| — Protei | 64 | Arca texta. | 141 |
| Ceromya excentrica. | 80 | Pinna granulata. | 146 |
| — obovata. | 81 | Ostrea deltoidea. | 173 |

Nous représentons ici quelques espèces de la faune kimméridgienne comme exemple (*fig.* 475 à 477).

§ 2108. **Chronologie historique**. Avec les dernières couches de l'étage corallien, restent ensevelis, pour toujours, 40 genres d'animaux qui existaient dans cette période, en même temps que 630 espèces d'animaux mollusques et rayonnés qui, avec les autres séries animales, formaient la faune de cette époque. Après ce mouvement géologique, lorsque le calme a reparu sur la terre, sont nés dans l'étage

*Fig.* 475. Bulla suprajurensis.





*Fig.* 476. Anatina spathulata.



*Fig.* 477. Ostrea virgula.

kimméridgien, avec quelques genres nouveaux, 186 espèces d'animaux mollusques et rayonnés.

*§ 2109.* Les mers (*voyez* étage 15 de notre carte, *fig.* 408), à l'excep-

tion de nombreux atterrissements qu'elles forment sur leurs bords, sont restées comme à l'étage corallien (§ 2086). Il en est de même des continents, seulement accrus partout, sur leurs bords, de ce que les mers ont perdu en extension.

§ 2110. Les mers, avec moins d'abondance, possédaient à peu près les mêmes genres, seulement les espèces étaient différentes de celles de l'étage corallien. Les Céphalopodes y sont peu nombreux ; et les genres dominants, comme les *Ceromya* et autres, dépendent principalement des Lamellibranches et des Gastéropodes, qui vivaient près des côtes, le plus généralement sur des sédiments fins. Ici l'on ne voit plus de récifs, et à peine quelques Zoophytes viennent-ils témoigner de l'existence de cette série animale.

§ 2111. Les continents, indépendamment des genres d'animaux déjà cités dans les étages précédents, nourrissaient, sur leurs bords maritimes, quelques genres nouveaux de Reptiles, tels que les Sauriens : *Stenosaurus*, *Streptospondylus*, et des Tortues, des genres *Emys* et *Platemys*. C'est, du reste, tout ce qui nous est resté de la faune terrestre de cette période, où pas une plante n'est encore connue.

§ 2112. Les oscillations du sol ont existé sur beaucoup de points (§ 2101); mais nous n'avons d'autres traces de la perturbation finale que la séparation de la fraction de faune dont on a formé l'époque portlandienne : aussi ne regardons-nous pas l'étage kimméridgien comme étant très-distinct de l'étage portlandien, auquel nous renvoyons pour la perturbation finale.

## 16e Étage : PORTLANDIEN.

*Première apparition* des genres *Cetiosaurus*, *Meristodon*, *Cyclas*.

*Règne* du genre *Cetiosaurus*.

*Dernière période* de dégradation de la faune jurassique.

*Zone* des *Ammonites giganteus et Irius*, du *Natica elegans*, du *Mactra rostralis*, du *Trigonia gibbosa*, de l'*Ostrea Bruntrutana*.

§ 2113. **Dérivé.** Nous faisons dériver ce nom de la presqu'île de Portland, en Angleterre (Dorsetshire), où le premier type a été décrit. Nous n'avons fait, du reste, que conserver une dénomination déjà consacrée partout.

**Synonymie.** *Suivant la position géologique*, c'est notre *étage portlandien*.

*Suivant les fossiles*, c'est le *Calcaire à tortue* de Soleure, de M. Gressly.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est le *Calcaire portlandien, d'Einsengen*, de M. Mandelsloh ; ce sont les *dernières assises de l'étage supérieur*, de M. Thirria ; le *Calcaire compacte supérieur*, de M. Royer ;

l'*Oolithe vasculaire*, le *Calcaire verdâtre inférieur*, le *Calcaire tacheté* de M. Cornuel ; le *Portland-stone*, le *Portland-sand* (les grès du Portland), de M. Fitton ; le *Groupe portlandien*, de M. Beudant.

*Type français* près de Boulogne (Pas-de-Calais), à Cirey-le-Château (Haute-Marne), sous Auxerre (Yonne) ; type anglais, à Portland.

§ 2114. **Extension verticale.** On aurait pu, au besoin, considérer le groupe portlandien comme une série supérieure de couches particulières dépendant de l'étage kimméridgien ; mais cette division existant depuis longtemps, nous avons cru devoir la conserver. Elle est, du reste, assez distincte par sa faune pour motiver sa séparation de l'étage kimméridgien ; seulement la pauvreté de cette faune fait regretter sa séparation.

§ 2115. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 16ᵉ de notre carte, *fig*. 408.) Nous arrivons enfin au dernier membre des terrains jurassiques, au dernier étage de cette grande période si régulièrement formée sur le sol de la France. Celui-ci, partout où il se montre, s'est encore déposé sur l'étage kimméridgien ; et nous croyons que, s'il n'a pas été retrouvé partout, c'est qu'il est recouvert ou qu'il a subi des dénudations partielles, avant que les premiers dépôts crétacés ne se forment. Quoiqu'il en soit, il existe au pourtour intérieur des deux bassins anglo-parisien et pyrénéen. Dans le premier, on le voit dans le Pas-de-Calais, aux carrières de grès de Hauvringhen, près de Wimille ; à la Crèche et à la Tour-de-Croix, près de Boulogne ; aux caps Alprech et Griz-Nez. Sur la côte orientale du bassin, il se montre en une bande assez large, qui commence dans la Meuse, à Montblainville ; se continue dans la Haute-Marne, à Vassy, à Cirey-le-Château, à Vaux-sur-Blaise, à Chevillon ; dans l'Aube, à Polisot, à Vandœuvre, à Marolles ; dans l'Yonne, à Chenay, à Tronchois, à Chablis, à Auxerre, à Chevonnes, à Escamps, à Leugny, à Lalande, à Levis, à Fontenoy-en-Puisaye, aux Saints-en-Puisaye, à Saint-Sauveur et à Treigny ; dans la Nièvre, entre Dampierre et Saint-Amand, à Arquian, à Noury-sur-Loire ; dans l'Oise, autour de l'étage kimméridgien, il se montre à Hécourt, à Montperthuis, à Bazancourt, à Bois-Aubert, à Bouricourt, à Senantes, où M. Grave l'a rencontré.

En Angleterre, d'après les beaux travaux de M. Fitton, on le trouve sur la même ligne, à l'est et sur l'étage kimméridgien, depuis la presqu'île de Portland, dans le Dorsetshire, le Wiltshire, le Berkshire, l'Oxfordshire, le Buckinghamshire et le Bedfordshire. Les principales localités sont Portland, Chilmark, près de Tisbury ; Fonthell, Wardour, Schotover, près d'Oxford, et Whitchurch.

Dans le bassin pyrénéen, bien qu'il manque sur la côte de l'Océan, nous l'avons retrouvé dans la Charente-Inférieure, à Bignay, entre

Saint-Jean-d'Angely et Saint-Savinien, à peu de distance de la rive droite de la Charente, et à l'île d'Oléron; dans la Charente, non loin d'Angoulême. Dans le bassin méditerranéen, il a été rencontré par M. Marcou dans le Jura, à Aiglepierre, à Suziau, à la Tette, près de Salins; dans l'Ain, MM. Cabannet et Bernard l'ont observé à Alex, près de Nantua, à Lons, à Jargiat, à Plagne; on le voit encore dans la Haute-Saône, à Batterans, à Bouhans, près de Gray, à Vy-le-Ferroux; dans le Doubs, à la Chaux de Charquemont. L'étage paraît exister à Laufen (Soleure); et en Allemagne, à Riedlingen, à Kehlheim, à Donau, à Wendhausen, à Goslar et à Lubke.

§ 2116. **Stratification.** (*Voyez* étage 16e de nos coupes, *fig.* 393 et 424.) Partout cet étage repose en couches concordantes avec les autres étages jurassiques, et surtout avec les couches kimméridgiennes, qu'il recouvre sur tous les points où nous le connaissons; ainsi, sans aucun doute, il a succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage kimméridgien.

§ 2117. **Discordances.** Pour limiter l'étage portlandien à sa partie inférieure, nous n'avons aucune autre ligne tranchée que les limites des faunes, ainsi que nous l'avons dit à l'étage précédent (§ 2095). Quant aux limites supérieures, au contraire, rien ne nous manque pour la séparation nette et précise qui existe avec l'étage néocomien, le premier membre des terrains crétacés. Cette séparation, en effet, se montre sous toutes les formes, par des discordances réelles de stratification, par des discordances d'isolement, et par des discordances de dénudations et d'érosions.

Des discordances réelles de stratification existent, d'après M. Marcou, dans le Jura, entre les dernières couches portlandiennes et les premières couches néocomiennes. Nous regardons encore comme une discordance, bien que les couches soient parallèles, la faille A (*fig.* 478), du ravin de Saint-Martin, qui a disloqué les terrains jurassiques avant les premiers dépôts néocomiens; car il fallait que cette faille préexistât avant le dépôt de l'étage néocomien.

§ 2118. Les discordances d'isolement sont marquées par le manque, sur l'étage portlandien, de l'étage néocomien, ce qui annonce, certainement, un mouvement géologique de surélévation postérieur au dépôt portlandien, et antérieur au dépôt néocomien. Nous trouvons cette superposition partout dans le bassin pyrénéen, dans la Charente-Inférieure et la Charente, à l'île d'Oléron, au Rocher, entre Saint-Jean-d'Angely et Saint-Savinien (voyez *fig.* 424), et sur toute la ligne, jusqu'à Angoulême, où l'étage cénomanien 20 repose directement sur l'étage portlandien 16, avec une lacune des trois étages néocomien, aptien et albien. La même chose existe régulièrement sur toute la ligne du

massif breton, depuis le Havre et Honfleur, en Normandie, jusqu'à Thouars (Deux-Sèvres), en passant par l'Orne, la Sarthe et Maine-et-Loire. Le fait s'observe encore depuis les Ardennes, le Nord, jusqu'au Pas-de-Calais, où partout le néocomien manque sur l'étage portlandien.

§ 2119. Les discordances d'isolement, tenant, au contraire, au manque de l'étage portlandien sous l'étage néocomien, peuvent provenir de deux causes : d'un mouvement considérable de dénudation qui a fait disparaître l'étage portlandien avant le dépôt néocomien, ou d'un affaissement de parties surélevées antérieurement à l'étage portlandien, entre la fin de l'étage portlandien et le commencement de la période néocomienne. Cette discordance existe dans toute la chaîne des Alpes françaises, dans l'Isère, dans les Hautes-Alpes, dans les Basses-Alpes (voyez *fig.* 416, 454, 467 et 478), aux Opies, dans le Var et dans toute la

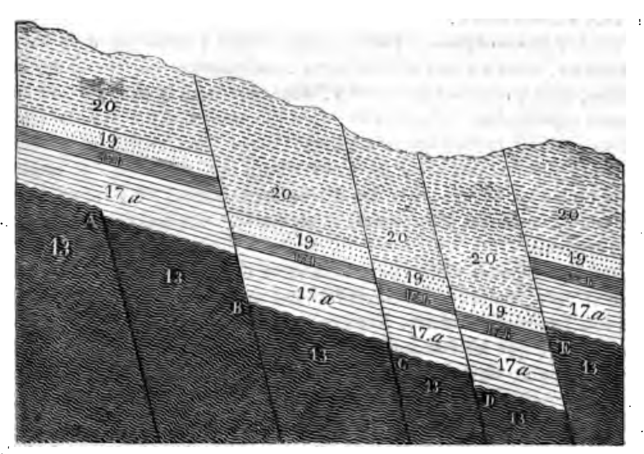



*Fig.* 478. Coupe géologique, prise au ravin de Saint-Martin-d'Escragnolles (Var).

Provence; à Marseille (Bouches-du-Rhône), dans les départements de Vaucluse, de la Drôme, de l'Aude, de l'Hérault, du Gard, de l'Ardèche; hors de France, dans le Vicentin, dans le Tyrol, en Crimée, dans la République de la Nouvelle-Grenade, près de Santa-Fé de Bogota, et dans la République du Chili, à la Cordillère de Coquimbo et de Mendoza. On voit par la grande extension de ces discordances d'isolement, quelle est leur importance comme limite entre les étages portlandien et néocomien.

§ 2120. Les discordances de corrodation et d'érosion sont tout aussi marquées et annoncent un mouvement géologique entre la fin de l'étage portlandien et les premiers dépôts néocomiens qui sont venus les niveler. Dans le ravin de Saint-Martin, près d'Escragnolles (Var) (*fig.* 478), et autour de Castellanne, les terrains jurassiques déjà consolidés ont été corrodés, usés par les eaux, avant les dépôts néocomiens. Dans le département de l'Aube, à Vandœuvre ; dans la Haute-Marne, dans la vallée de la Blaise, à Baudrecourt et à Cirey-le-Château ; dans l'Yonne, à Chenay, et sur beaucoup de points à l'ouest du département, notamment à Leugny, dans les communes des Saints-en-Puisaye, et de Saint-Sauveur, on voit, au contact des deux étages, que les dernières couches portlandiennes déjà consolidées ont été sur quelques points creusées, sillonnées, usées, ou sont devenues caverneuses, par l'effet des eaux, avant que l'étage néocomien ne soit venu niveler le tout et remplir toutes les inégalités. En résumé, il est facile de reconnaître que l'étage portlandien est nettement séparé de l'étage néocomien, par tous les caractères stratigraphiques possibles ; ainsi, les limites entre les derniers membres des terrains jurassiques et le premier des terrains crétacés sont plus profondément tracées qu'aucune des limites existant entre les différents étages jurassiques.

§ 2121. **Composition minéralogique.** L'étage portlandien se montre en France sous trois facies différents : sous la forme minéralogique de grès quartzeux, il constitue les couches supérieures des environs de Boulogne-sur-mer, à la Tour-de-Croix et aux environs de Vassy (Haute-Marne) ; sous celle de calcaires noirâtres remplis de débris de coquilles, il apparaît sous les grès du Boulonais ; mais à l'exception de ce point, nous le trouvons, au contraire, sous la forme de calcaire blanc compacte, souvent caverneux, dans tous les autres lieux où nous l'avons cité, dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen. Ainsi, cet étage, pas plus que les autres, n'offrirait un caractère minéralogique uniforme, et applicable à toutes les localités. Sur tous les points des départements de l'Yonne et de l'Aube, on voit les limites de composition être, pour le portlandien, de calcaire blanc compacte, pour l'étage néocomien, de calcaire ferrugineux grossier, pétri de fossiles et de leurs débris ; dans la Haute-Marne et dans l'Aube, sur des calcaires portlandiens identiques, les premiers dépôts néocomiens sont formés de marnes bleuâtres ou de sable. Les limites changeant encore suivant les lieux, il n'y a que les fossiles qui soient partout les mêmes.

§ 2122. **Puissance connue.** Entre Bignay et Saint-Savinien (Charente-Inférieure), ainsi qu'aux environs de Boulogne, on peut évaluer de 50 à 60 mètres la puissance totale des couches portlandiennes.

§ 2123. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fos-**

**siles**. Bien que nous n'ayons que peu de faits, puisque l'étage est très-réduit, nous avons néanmoins quelques déductions à en tirer.

*Points littoraux des mers*. Le nombre assez grand des coquilles flottantes dans certaines couches de l'étage nous les fait regarder comme s'étant déposées au niveau supérieur des marées. Ces couches existent dans les grès, aux environs de Boulogne ; dans la Meuse, à Montblainville ; dans la Haute-Marne, à Baudrecourt et à Cirey-le-Château ; dans l'Aube, à Polisot ; dans l'Yonne, aux couches inférieures, à Auxerre et à Chablis ; dans la Charente-Inférieure, à Bignay ; dans l'Oise, à Hécourt, à Montperthuis, à Bazancourt, à Bois-Aubert ; dans le Doubs, à la Chaux-de-Charquemont ; dans le Jura, à Suziau. Les couches du Boulonais indiquent un littoral agité, tandis que les dépôts formés de calcaires compactes des autres points dénotent des dépôts tranquilles. Nous avons observé sur la côte au delà de Boulogne, vers le nord, que les couches de grès montrent souvent ces ondulations remarquables, que laisse ordinairement la mer, en se retirant sur une côte sablonneuse. Ce sont des empreintes physiques très-remarquables (§ 33), dont nous donnons la forme (*fig.* 479).

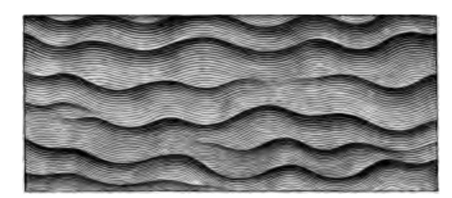


*Fig.* 479. Empreintes physiques, prises sur les grès portlandiens de Boulogne.

§ 2124. *Points sous-marins des mers*. Le manque de corps flottants et l'abondance de coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales dénotent des dépôts formés au-dessous ou dans la zone inférieure du balancement des marées. Quelques couches du Boulonais sont dans ce cas, ainsi que des couches ou la totalité des dépôts sur les points suivants : A Vassy (Haute-Marne) ; à Vandœuvre, à Marolles (Aube) ; à Charrey, à Auxerre, et sur toute la ligne jusqu'à Saint-Sauveur (Yonne); à Bignay, à Saint-Denis, île d'Oléron (Charente-Inférieure) ; près d'Angoulême (Charente); à Alex, à la Plagne (Ain); à Aiglepierre (Jura); à Bouhans, près de Gray ; à Vy-le-Ferroux (Haute-Saône). Parmi ces dépôts, les uns se sont formés sous l'action du mouvement, comme dans le Boulonais, les autres dans des mers très-tranquilles. A Bignay, les couches inférieures renferment des coquilles lamellibranches dans leur *position verticale*.

§ 2125. **Oscillations du sol.** La présence, dans les couches inférieures d'Auxerre, de dépôts faits au niveau supérieur des marées, au-dessous de dépôts sous-marins, fait qui se renouvelle dans la Haute-Marne et la Charente-Inférieure, donne la certitude que les oscillations du sol étaient très-marquées durant la période portlandienne.

§ 2126. **Caractères paléontologiques.** Nous aurons à répéter ici ce que nous avons dit à l'étage kimméridgien, c'est que le peu de restes organisés de cet étage en fait la dernière (§ 2102) période de décadence de l'époque jurassique.

§ 2127. **Caractères négatifs tirés des genres.** Indépendamment du genre *Stenosaurus*, que nous avons vu naître et disparaître dans l'étage kimméridgien, sans arriver à l'étage portlandien, nous avons encore 10 genres qui finissent leur période d'existence avec l'étage kimméridgien (§ 2106) sans arriver à celui-ci, et peuvent, dès lors, offrir des caractères négatifs. Ces genres, que nous voyons s'éteindre dans l'étage kimméridgien, nous donnent, de plus, des caractères négatifs de la dernière période de décadence de la faune des terrains jurassiques; car le nombre de ces genres est bien supérieur à ceux qui y naissent.

§ 2128. Les limites supérieures données par les caractères négatifs sont d'autant plus nombreuses, qu'elles sont, en même temps, les caractères distinctifs des derniers dépôts jurassiques et des premiers dépôts crétacés ; aussi voyons vous 74 genres qui, encore inconnus à l'étage portlandien, ne paraissent qu'avec l'étage néocomien, et peuvent servir de caractères négatifs pour celui qui nous occupe. Ces genres sont ainsi répartis dans les classes : parmi les Oiseaux, les 2 genres de notre tableau nº 2 ; parmi les Reptiles, les 5 genres de notre tableau nº 3 ; parmi les Poissons, 1 genre ; parmi les Céphalopodes, les 7 genres de notre tableau nº 5 ; parmi les Gastéropodes, les 8 genres de notre tableau nº 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 8 genres de notre tableau nº 8 ; parmi les Brachiopodes, les 5 genres de notre tableau nº 9 ; parmi les Mollusques bryozoaires, les 3 genres de notre tableau nº 10 ; parmi les Échinodermes, les 10 genres de nos tableaux nºs 11 et 12 ; parmi les Zoophytes, les 11 genres de notre tableau nº 13 ; parmi les Foraminifères, les 4 genres de notre tableau nº 14 ; parmi les Amorphozoaires, les 3 genres de notre tableau nº 15.

§ 2129. **Caractères positifs tirés des genres.** Les limites inférieures données par les genres se réduisent jusqu'ici à trois formes animales qui, inconnues dans l'étage précédent, naissent avec l'étage portlandien. Ces 3 genres sont : parmi les Reptiles, le genre *Cetiosaurus ;* parmi les Poissons, le genre *Meristodon ;* parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Cyclas*.

Les seuls genres *Meristodon* et *Acteonina* qui, parmi les Poissons et

les Mollusques, meurent dans l'étage portlandien, peuvent servir de caractères positifs entre cet étage et l'époque suivante.

§ 2130. **Caractères positifs tirés des espèces.** Comme on pourra le voir à notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 57 et suiv.) (1), après discussion critique, il nous reste, parmi les animaux mollusques et rayonnés seulement, 63 espèces dont on trouvera la synonymie et l'extension géographique, et cela en dehors des animaux vertébrés et annelés. En ôtant de ce nombre 63 les 3 espèces que nous avons vu se rencontrer également dans l'étage kimméridgien, il nous en restera 60 comme caractéristiques de l'étage portlandien ; car aucune ne passe dans l'étage néocomien qui le recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacunes. Parmi ces espèces, les plus communes et les plus caractéristiques sont les suivantes :

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Ammonites giganteus. | 3 |
| — Irius. | 4 |
| Nerinea subpyramidalis | 14 |
| Natica elegans. | 23 |
| Panopæa quadrata. | 33 |
| Mactra rostralis. | 34 |
| Trigonia gibbosa. | 42 |
| Lucina Portlandica. | 44 |
| Cardium dissimile. | 46 |
| Ostrea Bruntrutana. | 56 |

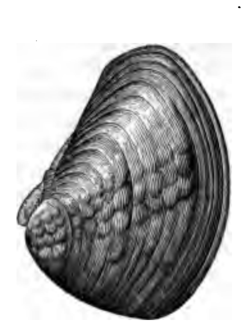
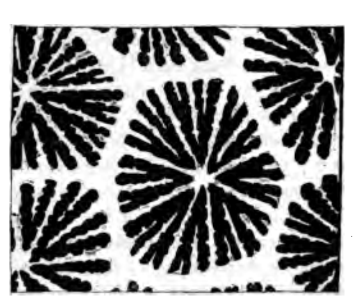


Fig. 480. Trigonia gibbosa.



Partie grossie.

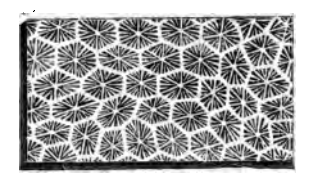


Fig. 481. Prionastrea oblonga.

(1) Voyez, pour les espèces de Cephalopodes et de Gastéropodes de France, notre *Paléontologie française, terrains jurassiques*, où ces espèces sont décrites et figurées.

Nous donnons ici quelques-unes des espèces comme exemple (*fig.* 480 et 481).

§ 2131. **Chronologie historique.** A la fin de l'étage kimméridgien ont été anéanties avec 11 genres propres à cette période, indépendamment des espèces d'animaux vertébrés et annelés, 183 espèces d'animaux mollusques et rayonnés. Sont nés avec l'étage portlandien, 3 genres inconnus jusqu'alors et 60 espèces d'animaux mollusques et rayonnés composant les débris qui nous sont connus de cette dernière période des terrains jurassiques

§ 2132. Les mers, avec quelques atterrissements sur leurs bords, paraissent être restées les mêmes; néanmoins, nous ne savons pas si au sud du bassin méditerranéen elles s'étendaient comme les autres étages, celui-ci y manquant totalement. Les continents, à ces changements près, restent encore les mêmes sur les autres points.

§ 2133. Les mers, avec beaucoup de genres d'animaux de moins que dans les étages précédents, n'offrent, de plus, que le *Meristodon* parmi les Poissons, et le genre *Cyclas* parmi les Mollusques (espèce positivement marine), qui différassent des genres préexistant depuis plus ou moins longtemps : ainsi, la faune marine devait peu différer.

§ 2134. Les continents ne nourrissaient plus, sur leurs bords, de ces singuliers Sauriens, tels que les *Plesiosaurus*, les *Teleosaurus*, les *Pliosaurus ;* et un seul genre les remplaçait, le *Cetiosaurus*, forme nouvelle de cette époque.

Les oscillations du sol existaient durant cette courte période, comme dans les autres (§ 2125).

§ 2135. La fin de cette époque est largement tracée sur notre sol et sur des points éloignés; elle aurait pour moteur un mouvement certain du sol qui a déterminé les discordances réelles, les nombreuses discordances d'isolement que nous avons citées (§ 2117), dénotant des affaissements et des relèvements sur beaucoup de points, et en étant les signes certains. Les résultats visibles de ce mouvement sont : les dénudations, la corrodation et l'usure des couches portlandiennes supérieures (§ 2120), ce qui indique un mouvement des eaux très-prolongé entre la fin de cette époque et la suivante, ainsi que les dépôts ferrugineux de la base de l'étage néocomien à Bettancourt-la-Ferrée (Haute-Marne) (§ 2177). Nous avons enfin l'anéantissement complet de la faune. Tout coïnciderait donc encore, les causes et les effets, pour prouver que l'étage portlandien ou les deux derniers étages ont été séparés de l'époque néocomienne par une perturbation géologique d'une grande valeur, d'une grande extension et d'une longue durée. M. Élie de Beaumont regarde son *Système du mont Pila, de la Côte-d'Or*, et de l'*Erzgebirge*, dont la dislocation suit la direction de l'O. 40° S. à l'E. 40° N.,

ou N.-E. et S.-O., comme séparant la fin des terrains jurassiques des terrains crétacés. Ce serait, comme on le voit, une discordance de plus à invoquer pour les limites stratigraphiques.

# CHAPITRE V.

## QUATRIÈME GRANDE ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

### TERRAINS CRÉTACÉS.

*Première apparition* des ordres de Poissons cycloïdes et cténoïdes, des Oiseaux palmipèdes, des Foraminifères énallostègues, cyclostègues, agathistègues et entomostègues.

*Règne* des ordres des Brachiopodes cirridés, des Mollusques bryozoaires, des Foraminifères cyclostègues et des Amorphozoaires testacés, de la famille des Céphalopodes ammonidés.

§ 2136. **Synonymie.** *Terrain crétacé* de MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy; *Terrains crétacés*, de MM. d'Omalius d'Halloy et Huot; *Terrains crayeux*, de M. Rozet; *Cretaceous group*, de M. de la Bêche, et en partie de M. Lyell; partie de la *Mesozoic serie*, de M. Morris; partie du *Terrain ysémien pélagique*, de M. Brongniart; *Période crétacée*, de M. Graves.

§ 2137. Le nom de *Terrains crétacés* ayant le plus souvent été employé pour désigner la série d'étages qui nous occupe, nous avons cru devoir l'adopter depuis plus de dix ans et le conserver encore aujourd'hui; non parce que la craie se trouve la composition minéralogique dominante de l'ensemble, mais parce que ce nom est consacré depuis long-temps.

*Limites de hauteur*. Nous appelons *Terrains crétacés* la succession d'étages qui occupe l'intervalle compris entre les couches portlandiennes, derniers dépôts jurassiques, et l'étage nummulitique, ou suessonien, premier membre des terrains tertiaires. Nous y réunissons, dès lors, tous les étages, depuis et y compris l'étage néocomien, jusqu'aux couches de Laversine, qui constituent l'étage danien. Cet ensemble, parfaitement circonscrit, se distingue nettement des terrains inférieurs et supérieurs par l'ensemble de toutes les considérations paléontologiques et stratigraphiques, dont les résultats offrent l'accord le plus parfait.

*Type complet*. On trouve la série complète des étages sans lacunes, en marchant de Vassy (Haute-Marne) à Vertus (Marne). (*Voy.* les étages 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23 de notre coupe, *fig.* 393.)




*Fig.* 482. Carte des continents et des mers, en France et en Angleterre, à l'époque des terrains crétacés.

§ 2138. **Extension géographique**. Ainsi que le démontre la carte géologique de France de MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, et comme nous les avons observés, les terrains crétacés occupent une vaste surface de notre sol (*voyez* notre carte, *fig*. 482) Ils forment, en effet, un grand cercle dans le bassin anglo-parisien, autour de Paris. On les voit dans le fond de presque toutes les vallées et sur la côte de la Manche, depuis la Seine jusqu'au cap Blanc-Nez, dans le Boulonais. Ils se continuent, ensuite, en une ceinture passant à Cambrai, à Vervins, à Réthel, à Reims, à Vitry, à Saint-Dizier, à Troyes, à Joigny, à Saint-Fargeau, à Montrichard, à Loches, à Tours, à Châtelleraült. à Tourtenay, à Saumur, au Mans, à Guilbault, à Lisieux et à Honfleur. On en voit, en dehors de ce grand cercle, un lambeau dans le département de la Manche, à Sainte-Colombe.

Le complément du bassin anglo-parisien se trouve en Angleterre, où il forme une large bande qui s'étend depuis la Manche jusqu'au Yorkshire, en traversant du S. S. O. ou N. N. E. les provinces du Dorsetshire, du Sussex, du Wiltshire, du Surrey, du Kent, du Berkshire, de l'Oxfordshire, du Buckinghamshire, du Herefordshire, du Cambridgeshire, du Norfolk, du Suffolk et du Yorkshire.

Si nous les cherchons dans le bassin pyrénéen, nous les verrons, indépendamment des lambeaux de la Vendée, former une large bande dirigée au sud-est, qui, en largeur, s'étend de l'embouchure de la Charente jusqu'à l'embouchure de la Gironde, et passe par Saintes, Cognac, Angoulême, Ribérac, Périgueux, jusqu'à Gourdon (Lot). Une autre bande interrompue se voit sur le versant septentrional des Pyrénées, à Bidart, et dans le Gers, et se montre en Espagne dans les provinces de la Biscaye et de San-Ander, ainsi qu'en Portugal, près de Lisbonne.

Dans le bassin méditerranéen il existe de vastes lambeaux de terrains crétacés. On les trouve dans les Corbières, aux bains de Rennes, etc. Ils se montrent autour de Nîmes, près d'Alais, et au nord-est de l'Ardèche. De l'autre côté du Rhône, ils constituent une partie des montagnes du Ventoux; aux environs d'Orange et d'Avignon, la chaîne des Alpines du Lubron, les collines des environs de Martigues. Puis commence, au sud de Marseille, une bande qui s'étend d'un côté, par la Ciotat, la Barrelière, près de la bergerie de Turben, au nord du Beausset, jusqu'auprès de Toulon; et de l'autre, vers le nord-est, par Trigance, et, souvent interrompue, s'étend jusque dans le comté de Nice, en passant par Castellanne et Escragnolles. Un autre lambeau commence à Sisteron; s'étend d'un côté, sur les rives du Buech, vers Châteauneuf-de-Chabre; de l'autre, au sud-sud-ouest. Ces terrains se montrent, de nouveau, au nord de Saint-Dier, et se continuent alors par Grenoble, Chambéry, jusque très-loin dans les Alpes suisses, et dans toute la chaîne des Alpes et des Car-

pathes, comme l'ont prouvé les beaux travaux de M. Murchison. D'autres lambeaux s'aperçoivent encore dans la chaîne du Jura, à la perte du Rhône, à Pontarlier, à Morteau, et se prolongent jusque auprès de Neufchâtel (Suisse).

On voit dès lors en France les terrains crétacés former un vaste cercle régulier autour du bassin anglo-parisien, en dedans des terrains jurassiques; suivre, dans le bassin pyrénéen, la ligne au sud des terrains jurassiques; montrer des lambeaux sur le versant septentrional des Pyrénées même, et, dans le bassin méditerranéen, de vastes surfaces, qui se continuent vers le Jura, les Alpes suisses, l'Italie, le Tyrol, et, en Afrique, dans l'Algérie.

Comme on le verra aux étages en particulier, on trouve ces terrains en Belgique, en Hollande, en Prusse, en Westphalie, en Hanovre, en Saxe, en Bohême, en Pologne, en Suède; dans la Mingrélie, la Circassie, la Géorgie, le Caucase, la Bulgarie, la Servie, la Valachie, la Transylvanie, la Gallicie, la Volhynie, la Podolie. De vastes surfaces s'étendent sur la Russie, de la Pologne jusqu'à l'Oural. Dans l'Amérique septentrionale, ils couvrent les parties orientales du New-Jersey au Texas, sur 35° de longueur en latitude. Ils se voient dans l'Amérique méridionale, dans la Nouvelle-Grenade, au Pérou, au Chili, et au détroit de Magellan. En Asie, ils existent à Pondichéry et à Java.

§ 2139. En résumé, nous connaissons aujourd'hui des terrains crétacés les mieux caractérisés sous la zone torride, dans l'hémisphère sud jusqu'au 53e degré, au détroit de Magellan, et dans l'hémisphère nord jusqu'au 56e degré de latitude. La répartition des terrains crétacés sur les parties du globe étudiées sous le rapport géologique nous donne la preuve qu'ils doivent se retrouver encore sur beaucoup de points inconnus à la science. Cette répartition nous permet, de plus, de dire avec certitude qu'ils ne forment pas des dépôts partiels, mais qu'ils constituent bien une quatrième grande époque géologique dont nous voyons partout les traces à la surface de la terre.

§ 2140. **Division des terrains crétacés en étages.** Nous ne répéterons pas ici les considérations générales et spéciales relatives à la division des étages que nous avons déjà invoquées aux terrains jurassiques (§ 1857); il nous suffira de dire que, pour les terrains crétacés, nous avons éprouvé le même embarras relativement aux divisions établies, à l'impossibilité de les coordonner sûrement entre elles, et à la nécessité absolue dans laquelle nous nous sommes trouvé de recourir à la nature elle-même pour débrouiller l'ensemble. Nous avons suivi la même marche d'observation que pour les terrains jurassiques, et procédé de la même manière, quant aux résultats. Nous avons d'abord reconnu que la composition minéralogique était la plus mauvaise base à suivre,

et qu'elle n'était nullement en rapport avec les horizons stratigraphiques et paléontologiques qui marchent toujours de pair. Nous avons suivi ces horizons sans avoir égard à la composition minéralogique, et nous avons vu toutes les difficultés disparaître sous les doubles lignes de démarcations stratigraphiques des étages tracés par la superposition et les limites des faunes qui y sont renfermées. Nous avons trouvé successivement les mêmes divisions sur tous les points des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen ; et, après beaucoup d'années de recherches minutieuses dans un grand nombre de voyages, nous avons acquis la certitude que les terrains crétacés de France étaient naturellement divisés en sept étages aussi bien circonscrits par leur position relative, les uns superposés aux autres, que par les faunes fossiles respectives qu'ils renferment.

Bien que la France fût assez vaste pour offrir des résultats généraux importants, il nous restait un moyen de reconnaître si ces étages étaient des divisions locales ou la conséquence d'une série de faits qui se seraient manifestés sur toute la terre, comme nous l'avions reconnu pour l'ensemble du terrain. Rassemblant les travaux des hommes de science de tous les pays, et comparant tour à tour les fossiles que nous devions à leur obligeance, nous nous sommes bientôt convaincu que les divisions, si marquées en France, ne l'étaient pas moins sur les autres parties de notre vieille Europe. Étendant ensuite nos recherches au delà des mers, nous avons également reconnu que les couches crétacées qui existent au nouveau monde, qu'elles proviennent du détroit de Magellan, des côtes chiliennes du grand Océan, des Cordillères des Andes, de la Nouvelle-Grenade, du Mexique, de la Caroline, d'Alabama ou du New-Jersey, rentrent toutes, par leurs caractères paléontologiques dans les étages de notre France. Il en est de même des terrains crétacés de Java, de Pondichéry dans l'Inde, et de ceux qui nous sont connus en Syrie et en Égypte. Devant ces confirmations lointaines de nos étages de France, il ne pouvait plus nous rester de doutes sur leur valeur réelle, et nous les avons adoptés sans restriction, persuadé que tous les faits bien observés viendraient les confirmer davantage; car nous avions acquis la certitude, par l'ensemble des observations, qu'ils sont encore l'expression des divisions que la nature a si largement tracées sur notre planète. Nous dirons plus : il faut les admettre tous ou n'en adopter aucun, puisqu'ils sont tous de même valeur et équivalent, en tout, aux divisions admises dans les terrains paléozoïques.

En commençant par les plus inférieures, ces divisions sont les suivantes : Étages *néocomien*, *aptien*, *albien*, *cénomanien*, *turonien*, *sénonien* et *danien*. La synonymie de chacun en particulier montrera *quel est le* rapport de ces divisions avec les coupes admises jusqu'à

présent par la science. La terminologie adoptée pour ces étages est basée sur des noms de lieux qui sont des points étalons où l'on pourra toujours retrouver le type de l'étage.

§ 2141. **Stratification**. D'après ce que nous avons dit à l'étage jurassique portlandien (§ 2116) et à l'étage crétacé néocomien (§ 2171), on verra quels sont les rapports de stratification, les limites des terrains jurassiques et crétacés. Pris dans leur ensemble, ces terrains reposent tout autour du bassin anglo-parisien en France et en Angleterre, sur les couches jurassiques; il en est de même de ceux du bassin pyrénéen des départements de la Charente-Inférieure, de la Charente, de la Dordogne et du Lot; dans le bassin méditerranéen de presque tous les lambeaux de la Provence, des deux versants des Alpes, du Jura, de l'Allemagne, de la Russie, etc. Il n'est, dès lors, douteux pour personne que les terrains crétacés, comme ensemble, n'aient régulièrement succédé dans l'ordre chronologique aux terrains jurassiques.

§ 2142. Pris en détail, ils nous montrent encore, sur quelques points une succession régulière, comme à l'est du bassin anglo-parisien; mais, sur d'autres, on remarque les discordances les plus évidentes. Nous avons dit que les terrains crétacés formaient, sur les terrains jurassiques, un cercle complet autour du bassin anglo-parisien; ce qui est très-vrai lorsqu'on parle de l'ensemble, mais ne l'est plus lorsqu'on entre dans les détails d'étages. Nous voyons, en effet, l'étage portlandien, le dernier des terrains jurassiques, recouvert, en couches presque concordantes, inclinées vers le centre du bassin, sur une longueur de plus de 180 kilomètres, comprise entre Saint-Dizier (Haute-Marne) et Saint-Sauveur (Yonne), et en Angleterre, par l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, comme pour témoigner que les deux séries d'étages se sont bien succédé régulièrement dans leur ordre naturel à ces parties du bassin anglo-parisien, et que les couches n'ont souffert aucun dérangement postérieur à leur dépôt.

Sur tout le reste du bassin anglo-parisien, et dans les bassins pyrénéen et méditerranéen, nous voyons, au contraire, des différences énormes de stratification dues soit au manque des derniers étages jurassiques, soit au manque des premiers étages crétacés, ou à l'un et à l'autre à la fois. Nous trouvons que les derniers étages jurassiques manquent sur quelques points, et l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, repose alors sur l'étage oxfordien, aux Opies (*fig.* 454), à Escragnolles (*fig* 478), sur l'étage corallien, près de Barrême (*fig.* 416), de Castellanne (*fig.* 467), et, en général, sur tout le versant occidental des Alpes. Sur d'autres vastes surfaces, ce sont les trois premiers étages crétacés (néocomien, aptien et albien) qui manquent; tandis que le dernier étage jurassique est dans sa position normale, comme nous le voyons, sur une ligne longue de 240

kilomètres, comprise entre l'embouchure de la Charente et Gourdon (Lot) (*fig.* 424). D'autres fois, il manque à la fois les derniers étages jurassiques et les premiers étages crétacés, comme dans les Ardennes et sur tout le pourtour occidental du bassin anglo-parisien, depuis les côtes du Calvados (*fig.* 428), en passant par le Mans, jusqu'à la Vienne. La même chose se voit à la Malle (*fig.* 433). Alors l'étage cénomanien, le quatrième des terrains crétacés, repose successivement sur l'étage kimméridgien, à Honfleur, au Havre; sur l'étage oxfordien, à Villers, près de Chinon; sur l'étage callovien, dans la Sarthe et la Vienne; sur l'étage bathonien, près de Thouars, dans les Deux-Sèvres et près de Montreuil, pour démontrer la discordance complète qui existe entre les deux terrains. Ainsi, d'un côté la concordance et le rapport des dernières couches jurassiques et des premières couches crétacées nous montrent, en France, une régularité parfaite, qui nous en donne l'âge relatif; tandis que les discordances si marquées des autres points prouvent la séparation nette et tranchée des terrains jurassiques et crétacés.

§ 2143. **Groupement des étages.** Les motifs qui ont amené le groupement des sept étages dans les terrains crétacés sont, d'un côté, la succession non interrompue que nous trouvons de ces étages, dans leur ordre de superposition, aux régions orientales et septentrionales du bassin anglo-parisien, en France, en Angleterre (*fig.* 393), et ailleurs; de l'autre, les profondes discordances de stratification produites par les perturbations géologiques supérieures et inférieures qui séparent l'ensemble de ces étages, des terrains jurassiques inférieurs, et des terrains tertiaires supérieurs (§ 2117).

§ 2144. **Séparation des étages.** Si, sur quelques points, comme nous venons de le dire, les étages crétacés sont groupés sans lacunes, chacun des étages en particulier, comme on le verra aux spécialités, est séparé, soit par des discordances réelles, soit par des discordances d'isolement, soit encore par des discordances de dénudation qui coïncident avec les limites respectives des faunes. Chacun, en effet, représente une époque comme la nôtre, parfaitement caractérisée par ses limites stratigraphiques.

§ 2145. **Composition minéralogique comparée.** Pour démontrer combien il est difficile de se fier aux caractères minéralogiques pour reconnaître les étages, nous allons donner comparativement, dans le tableau ci-contre, la succession des étages et leur composition minéralogique comparée, prise sur des points éloignés des différents bassins de France.

On voit que deux horizons géologiques ont seuls donné des minerais de fer exploitables en France: l'un, à la base de l'étage néocomien; l'autre, à la base de l'étage aptien.

§ 2146. **Puissance des étages.** En réunissant ici la plus grande puis-

| ÉTAGES. | A L'OUEST du bassin anglo-parisien, dans la Sarthe et en Touraine. | DANS LA Charente-Inférieure. Bassin pyrénéen. | A L'EST du bassin anglo-parisien. | SUR LE VERSANT occidental des Alpes. Bassin méditerranéen |
|---|---|---|---|---|
| DANIEN. ... | (*Manque.*) | (*Manque.*) | Calcaire blanc poreux. | (*Manque.*) |
| SÉNONIEN.. | Craie tufau, jaune ou blanche; craie blanche. | Craie tufau blanche ou grise, compacte ou marneuse. | Craie blanche avec ou sans silex. | Craie marneuse grise (calcaires noirs dans les Pyrénées). |
| TURONIEN.. | Craie tufau blanche ou bleuâtre. | Craie compacte ou friable, blanche ou jaune. | Craie blanche ou craie argileuse bleue; calcaires compactes avec ou sans silex. | Craie marneuse ou calcaire, grès ferrugineux. |
| CÉNOMANIEN | Craie chloritée, calcaire blanc, grès rouges ou verts, argile bleue ou jaune. | Calcaire compacte blanc, calcaire argileux bleu, grès rouges ou verts, argiles noires bitumineuses. | Craie blanche argileuse, ou craie bleuâtre ; grès ferrugineux. | Calcaires bleus ou ou blancs. |
| ALBIEN..... | (*Manque.*) | (*Manque.*) | Argiles bleuâtres et grès rouges ou verts. | Craie chloritée. |
| APTIEN. ... | (*Manque.*) | (*Manque.*) | Argiles grises ou ferrugineuses; *fer oolithique exploité* à Vassy. | Argiles noires, calcaires bleus. |
| NÉOCOMIEN. | (*Manque.*) | (*Manque.*) | Calcaire jaune ou bleu, grès blancs, *fer hydraté exploité* près de St.-Dizier. | Calcaire chloriteux; calc. blancs ou bleus, argileux, avec ou sans chlorite. |

sance indiquée à chaque étage en particulier, voici ce que nous trouvons :

| | |
|---|---|
| Étage danien. . . . . . . . . . . . | 15 mètres |
| — sénonien. . . . . . . . . . . | 300 |
| — turonien. . . . . . . . . . . | 200 |
| — cénomanien. . . . . . . . . . | 500 |
| — albien. . . . . . . . . . . | 46 |
| — aptien. . . . . . . . . . . | 200 |
| — néocomien. . . . . . . . . | 2,500 |
| Total. . . | 3,761 mètres. |

Bien que ces chiffres ne soient qu'approximatifs, et qu'on ne puisse réunir tous les points les plus épais pour en déduire l'épaisseur totale, nous avons voulu, néanmoins, les grouper pour montrer la valeur

comparative de durée des étages crétacés. A en juger par la puissance, l'étage néocomien est le plus important; après viennent l'étage cénomanien, l'étage sénonien et l'étage aptien.

§ 2147. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Par ce que nous disons aux étages, on verra que, pendant la période crétacée, il existait des continents et des mers, comme dans la nature actuelle, et ceux-ci soumis à toutes les lois physiques qui agissent aujourd'hui à la surface de la terre (§ 78 à 129).

§ 2148. **Caractères paléontologiques.** Voyons par les caractères positifs et négatifs de la faune crétacée à définir les changements de forme des animaux qui amènent ce facies si différent qui existe entre les terrains crétacés, jurassiques et tertiaires.

*Caractères négatifs tirés des genres.* Les 184 genres éteints dans les terrains jurassiques, sans passer aux terrains crétacés que nous avons cités aux terrains précédents (§ 1869), seront autant de caractères négatifs que nous pouvons invoquer pour distinguer les terrains crétacés des terrains jurassiques.

§ 2149. Les caractères négatifs propres à faire distinguer les terrains crétacés des terrains tertiaires se composent de tous les genres qui, encore inconnus aux terrains crétacés, ne se montrent qu'avec les terrains tertiaires. Ces genres appartiennent aux classes suivantes : parmi les Mammifères, les 113 genres de notre 1^er^ tableau ; parmi les Oiseaux, les 41 genres de notre 2^e^ tableau ; parmi les Reptiles, les 16 genres de notre 3^e^ tableau ; parmi les Poissons, 119 genres ; parmi les Crustacés, 23 genres ; parmi les Mollusques céphalopodes, 3 genres de nos tableaux 5 et 6 ; parmi les Gastéropodes, les 62 genres de nos 6^e^ et 7^e^ tableaux ; parmi les Lamellibranches, les 21 genres de nos 6^e^ et 8^e^ tableaux ; parmi les Brachiopodes, 1 genre de notre 9^e^ tableau ; parmi les Bryozoaires, les 7 genres de notre 10^e^ tableau ; parmi les Échinodermes, les 24 genres de nos 11^e^ et 12^e^ tableaux ; parmi les Zoophytes, les 50 genres de notre 13^e^ tableau ; parmi les Foraminifères, les 34 genres de notre 14^e^ tableau. Nous aurions donc, pour séparer zoologiquement les terrains crétacés des terrains tertiaires, 514 genres inconnus aux premiers, et pouvant donner des caractères négatifs. Nous pouvons y joindre les caractères plus généraux de manquer des 24 ordres d'animaux indiqués dans notre 16^e^ tableau. En résumé, comme on pourra le voir plus haut (§ 1599), nous aurions, pour distinguer les terrains crétacés des époques antérieures et postérieures, environ 1,018 genres, pouvant donner des caractères négatifs.

§ 2150. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Les terrains crétacés se distinguent des terrains jurassiques par les 268 *genres qui servent* de caractères négatifs aux terrains jurassiques (§ 1867),

puisqu'ils sont inconnus à cette époque et ne paraissent qu'avec les terrains crétacés.

§ 2151. Les terrains crétacés se distinguent encore des terrains tertiaires par tous les genres qui s'éteignent dans les premiers sans passer aux seconds, qui deviennent dès lors autant de caractères positifs pour les terrains crétacés. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : parmi les Oiseaux, les 2 genres de notre 2e tableau; parmi les Reptiles, les 12 genres de notre 2e tableau; parmi les Poissons, 29 genres; parmi les Crustacés, 1 genre; parmi les Mollusques céphalopodes, les 17 genres de nos 5e et 6e tableaux; parmi les Gastéropodes, les 11 genres de notre 7e tableau; parmi les Lamellibranches, les 7 genres de notre 8e tableau ; parmi les Brachiopodes, les 12 genres de notre 9e tableau; parmi les Bryozoaires, les 12 genres de notre 10e tableau; parmi les Échinodermes, les 34 genres de nos 11e et 12e tableaux; parmi les Zoophytes, les 53 genres de notre 13e tableau ; parmi les Foraminifères, les 9 genres de notre 14e tableau; parmi les Amorphozoaires, les 29 genres de notre 15e tableau. Ces genres, qui cessent d'exister avec les terrains crétacés, sont au nombre de 228.

§ 2152. Nous pouvons maintenant dire que le facies si distinct de la faune des terrains crétacés, que tout paléontologiste érudit doit apprécier, provient, comme on le voit, de la combinaison des caractères négatifs au nombre de 536 genres, et des caractères positifs au nombre de 698, qui, tout en donnant des caractères spéciaux différentiels avec les grandes époques immédiatement antérieures ou postérieures, viennent former ce facies d'ensemble qui la caractérise. Au milieu des dissemblances nombreuses, on reconnaît, pourtant, que les terrains crétacés, par leur faune, sont aussi bien intermédiaires aux terrains jurassiques et tertiaires, qu'ils le sont par leur position stratigraphique rigoureuse.

§ 2153. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Les caractères stratigraphiques que nous donnent les espèces sont bien plus multipliés encore que ceux fournis par les genres. Outre les espèces d'animaux vertébrés et annelés, s'élevant environ à 700, nous avons encore, pour distinguer plus particulièrement les terrains crétacés des périodes antérieures et postérieures, le chiffre de 4,291 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, inscrites avec leur synonymie dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tom. 2e). Ces espèces sont aussi distribuées dans les étages, en commençant par les plus inférieurs :

| ÉTAGES. | Espèces rencontrées dans deux ou trois étages à la fois. | Espèces spéciales à un seul étage. | TOTAUX. |
|---|---|---|---|
| Néocomien ................ | 7 | 844 | 851 |
| Aptien.................... | 8 | 148 | 156 |
| Albien.................... | 8 | 402 | 410 |
| Cénomanien ............... | 8 | 841 | 849 |
| Turonien.................. | 3 | 377 | 380 |
| Sénonien.................. | 5 | 1574 | 1579 |
| Danien.................... | 3 | 63 | 66 |
| Totaux....... | 42 | 4249 | 4291 |
| Nombre réel des espèces communes après suppression des chiffres répétés............... | 21 | | |

Par les détails spéciaux qu'on trouvera aux étages, dont le tableau précédent n'est que le résumé, tous les faits bien constatés, analysés aux étages, amènent aux conclusions suivantes :

§ 2154. 1° Il existe dans les terrains crétacés plus de 5,000 espèces d'animaux entièrement différents des animaux des périodes antérieures et postérieures, et caractéristiques de ces terrains.

2° Ce nombre se divise en sept zones superposées formant, dans l'ensemble des terrains crétacés, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres.

3° Chaque zone a montré encore une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

4° Le nombre des espèces qui se trouvent par accident ou autrement dans deux de ces étages à la fois, dont le nombre avait été exagéré par suite de fausses déterminations, est dans les rapports de 21 à 4,291, et ne s'élève, dès lors, en réalité qu'à *un demi pour cent*. Ce nombre insignifiant ne peut donc en aucune manière modifier les résultats propres aux faunes spéciales successives.

§ 2155. **Chronologie historique.** Les terrains crétacés, considérés dans leur ensemble, ont toujours eu des continents et des mers. Tâchons de définir à grands traits quelle était la circonscription primitive des mers et quelles modifications ces mers ont pu subir dans leurs formes, durant cette longue période.

§ 2156. Au commencement de la période crétacée, trois bassins distincts sont bien circonscrits en France et en Angleterre. Comme on peut *le voir par notre* carte spéciale *des mers à l'époque des terrains créta-*

*cés* (*fig.* 482), ces mers occupaient un vaste espace en dedans des mers jurassiques

Le bassin anglo-parisien couvre un vaste rayon autour de Paris, ayant pour limites à l'est, sur les terrains jurassiques, Brillon (Meuse), Vassy (Haute-Marne), Vendeuvre (Aube), Auxerre (Yonne), Arquiau (Nièvre). Les plus anciennes limites occidentales des terrains crétacés, également sur les terrains jurassiques, sont cachées en France, mais reparaissent en Angleterre, où on les voit suivre une ligne N.-N.-E et S.-S.-O., du Dorsetshire jusqu'au Yorkshire.

Le bassin pyrénéen qui existait aux terrains jurassiques ne paraît pas avoir participé aux premiers dépôts crétacés, au moins n'avons-nous retrouvé aucune trace des trois premiers étages.

Pour le bassin méditerranéen, ses limites occidentales paraissent être les mêmes qu'aux derniers âges jurassiques. Seulement, les terrains crétacés ont recouvert des parties jurassiques de l'ilot du Var, et montrent encore un continent oriental sur la ligne des Alpes françaises, surtout depuis Digne jusqu'aux sources du Rhin.

§ 2157. Dans le bassin anglo-parisien sur tous les points compris entre Brillon (Meuse) et Saint-Sauveur (Yonne), nous avons vu les dernières couches jurassiques en contact avec les premières couches crétacées, et une succession complète de toute la série des étages crétacés, dans une relation concordante les uns avec les autres. En effet, sur toute cette bande, les étages réunis sont légèrement inclinés vers le centre du bassin; et cette succession régulière, ainsi que la concordance, nous porterait à croire, comme le prouveront les descriptions partielles, que les étages s'y sont déposés dans un bassin préexistant, sans avoir souffert de grandes dislocations postérieures. Ainsi, cette partie, que nous avons vue recouverte, en partant des Vosges, par la succession non interrompue de tous les étages triasiques (§ 1794) et jurassiques (§ 1877), nous montrerait, de plus, tous les étages crétacés en position (*voyez* notre coupe générale, *fig.* 393). Ce seraient encore des zones qui se seraient succédé régulièrement, et se seraient éloignées de plus en plus des Vosges, à l'ouest des autres, en traçant à grands traits des lignes concentriques presque parallèles, dont l'ensemble occupe un demi-degré de largeur, comme on le voit dans notre carte (*fig.* 482).

§ 2158. A côté de cette concordance si remarquable, nous avons dit au contraire, qu'indépendamment des dénudations qu'ont pu souffrir les terrains jurassiques avant d'être recouverts par les terrains crétacés, tout l'ouest du bassin anglo-parisien, depuis le Havre et Honfleur, jusqu'à Châtellerault (*fig.* 428), manquait des trois étages néocomien, aptien et albien, puisque, partout, l'étage crétacé inférieur est l'étage cénomanien (20[e]), comme tout le monde peut le vérifier. Quand nous voyons

ces trois étages, qui manquent à l'ouest, se montrer dans la dislocation du pays de Bray, au centre du bassin, à l'île de Wight et sur d'autres points de l'Angleterre, que nous regardons comme le pourtour du même bassin crétacé, nous acquérons la certitude que ces trois étages ont dû s'y déposer régulièrement. D'un autre côté, en examinant la manière dont les terrains crétacés recouvrent, à l'ouest du bassin, les terrains jurassiques, on reconnaît que les premières couches crétacées, au lieu d'être déposées, comme à l'est, sur les dernières couches jurassiques, empiètent beaucoup sur celles-ci, de manière à recouvrir jusqu'à l'étage bathonien, tandis que les étages jurassiques supérieurs plongent dessous les terrains crétacés à Honfleur et au Havre. On pourrait conclure de ces faits, que le bassin anglo-parisien a reçu régulièrement partout les dépôts crétacés, jusqu'à la fin de l'étage albien, ou un affaissement considérable se serait manifesté à l'ouest de la France et aurait changé les niveaux. Le massif de la Bretagne, par suite de cette perturbation géologique, se serait trouvé au-dessous du niveau qu'il occupait jusqu'alors, de manière à permettre à la mer crétacée cénomanienne d'envahir des parties émergées et de recouvrir de sédiments, à l'ouest de ses côtes antérieures, les couches jurassiques placées au-dessous de son nouvel horizon. Cette explication nous semble d'autant plus admissible, qu'elle coordonnerait plusieurs faits qui, sans cela, s'expliqueraient *difficilement :* le manque des trois étages, sur cette partie occidentale, du bassin parisien; l'empiétement postérieur à l'étage albien des couches crétacées sur les étages jurassiques (§ 2229), et les remaniements si singuliers qu'on remarque sur tous les points dans les fossiles de cet étage albien (§ 2237). Nous aurions donc, à la fois, par la superposition et par l'étude de la composition des couches, la preuve qu'il se serait opéré, dans les mers crétacés, un changement de niveau dont un affaissement serait la cause, et dont l'empiétement occidental et les remaniements seraient les résultats visibles.



§ 2159. L'étude du bassin pyrénéen nous montre encore un fait de même nature. On voit que les trois étages en question manquent aussi sur 240 kilomètres d'extension, depuis l'embouchure de la Charente jusqu'à Gourdon, ou, pour mieux dire, dans tout le bassin pyrénéen, sans que les derniers étages jurassiques sur lesquels reposent les couches cénomaniennes aient souffert plus de dislocations qu'à la partie occidentale du bassin parisien. Comme, par la superposition et les faunes, cette partie du bassin pyrénéen se trouve dans les mêmes conditions que les régions occidentales du bassin anglo-parisien, que toutes deux manquent des mêmes étages crétacés et reçoivent, en même temps, les dépôts de l'étage cénomanien, on pourrait croire que ces deux vastes régions *ont subi l'influence* de la même perturbation géologique, qui a permis

au bassin pyrénéen de redevenir un bassin maritime à ce commencement de l'étage cénomanien.

§ 2160. Dans le bassin méditerranéen, les terrains crétacés n'offrent plus, que comme de rares exceptions, des couches peu disloquées. On y voit clairement les traces de nombreuses perturbations géologiques qui ont placé des couches primitivement formées sur une ligne horizontale, dans un bassin régulier, inclinées de diverses manières, et morcelées par lambeaux plus ou moins grands, contenant, quelquefois, la succession régulière d'un nombre plus ou moins grand d'étages, comme au Beausset, à Martigues, à Escragnolles, ou seulement des lambeaux isolés d'un seul, comme à la Malle, à Saint-André de Méouilles, etc. Si, dans la succession des étages, nous avons vu, dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen, les dépôts crétacés presque sur leur niveau primitif, nous trouvons partout, ici, le chaos le plus épouvantable et tous les signes de commotions géologiques violentes, postérieures aux dépôts crétacés; non-seulement dans les Alpes tout est dérangé, mais encore dans la Provence, aux Alpines, au Ventoux, au Lubron, aux Martigues, à Cassis, etc., etc. L'étude des terrains crétacés de la Provence prouve qu'ils se sont primitivement déposés par couches horizontales dans un bassin régulier dont le massif central de la France serait un des bords; qu'ils constituaient une mer uniforme, très-étendue vers le N.-N.-E., dont, par suite des dislocations géologiques, postérieures à la consolidation des couches qu'elle avait formées, des lambeaux plus ou moins vastes surgissent aujourd'hui sur le continent, et nous montrent soit des dépôts formés évidemment sous les eaux, dans le fond d'une mer, comme aux Alpines, au Lubron, aux Martigues, etc., ou bien des lambeaux littoraux restreints.

§ 2161. En résumé, les bassins maritimes anglo-parisien et méditerranéen existaient seuls sans le bassin pyrénéen, avec le premier étage crétacé, néocomien. Pendant les étages néocomien, aptien et albien, les mers ont eu les mêmes circonscriptions; seulement, à chaque étage, les limites des terrains crétacés s'éloignent, de plus en plus, des terrains jurassiques, en formant des lignes parallèles d'atterrissement sur toute la région orientale du bassin anglo-parisien de France et d'Angleterre (*voyez* carte, *fig.* 482). A la fin du troisième étage albien, tandis que les mêmes atterrissements continuent à se faire à la partie orientale du bassin anglo-parisien, un affaissement considérable abaisse, à la fois, toutes les régions occidentales de ce bassin en France, de l'embouchure de la Seine jusqu'à la Touraine et le bassin pyrénéen. Toutes ces parties reçoivent alors à la fois la mer cénomanienne, qui envahit, à l'ouest du bassin anglo-parisien, des parties de terrains jurassiques surélevés depuis longtemps, en même temps que tout le bassin pyrénéen

de la Charente aux Pyrénées, exondé depuis la fin des terrains jurassiques. Ensuite, il se fait, sur les différents points des trois bassins, et à chaque étage, des atterrissements successifs sur tout le pourtour des parties déjà surélevées, toujours en dedans les uns des autres, et formant des lignes concentriques régulières (1). Néanmoins nous voyons, à la fin de l'étage turonien, ou, pour mieux dire, au commencement de l'étage sénonien, la mer bornée à la France envahir à la fois toute la Belgique jusqu'à Maestricht, et une partie du Cotentin, sur des points exhaussés depuis les terrains paléozoïques (*voyez* étage 22 de notre carte *fig.* 482). — Tandis qu'en France et en Angleterre, à l'exception du changement cité, les choses se passent ainsi, jusqu'à la fin de la période crétacée, par un retrait continuel des eaux dans tous les bassins, on voit à la fin de l'étage turonien, encore par suite d'affaissements immenses des parties surélevées depuis l'étage oxfordien (§ 2041), la mer sénonienne envahir la Russie, de la Suède jusqu'à l'Oural, en s'avançant jusqu'au 56e degré de latitude. En même temps la mer sénonienne s'avance vers l'ouest sur l'Amérique septentrionale, du New-Jersey au Mexique, ou sur 35° de latitude, et apparait au Chili et à Pondichéry, dans l'Inde.

Les continents de la période crétacée ont subi des changements correspondants, et se sont augmentés ou rétrécis, en raison des retraits ou de l'empiétement des mers.

§ 2162. Les animaux, comme on le verra aux étages, se sont souvent renouvelés durant cette longue période. Aux animaux terrestres préexistants, tels que les Oiseaux, les Reptiles sauriens et chéloniens, les Insectes ; aux nombreux animaux marins, tels que Poissons, Mollusques, Échinodermes, Zoophytes, Foraminifères et Amorphozoaires, viennent s'y joindre les Poissons cycloïdes et cténoïdes, des Foraminifères énallostègues, cyclostègues et agathistègues jusqu'alors inconnus. C'est aussi l'instant où règnent, dans leur plus grand développement générique, les Mollusques *brachiopodes cirridés*, les *Bryozoaires*, les *Foraminifères cyclostègues* et les *Amorphozoaires* ou *Spongiaires testacés*. A cette époque également, les Céphalopodes ammonitidés aux coquilles élégantes et variées prennent leur plus beau développement, avant de disparaître pour toujours de la surface du globe Pendant la période crétacée, sont nés environ 268 genres d'animaux jusqu'alors inconnus, et nous y connaissons déjà 5,000 espèces d'êtres spéciaux.

§ 2163. La présence, durant toute la période crétacée, des mêmes genres et des mêmes espèces d'animaux depuis la zone torride jusqu'au 56° de latitude des deux côtés du monde, annonce, sur ces différents

(1) *Voyez*, aux terrains jurassiques, l'explication que nous avons donnée à ce retrait successif *des mers* (*§ 1877 à 1882*).

points, aujourd'hui si disparates, une température uniforme tenant évidemment à la chaleur centrale de la terre qui neutralisait encore les lignes isothermes actuelles.

§ 2164. Les oscillations du sol existaient aussi durant cette période, et nous en avons retrouvé beaucoup de traces (§ 1755).

§ 2165. A sept reprises, des perturbations géologiques plus fortes que les oscillations (§ 163) ont encore interrompu l'animation des continents et des mers ; mais, après chacune de ces grandes catastrophes de la nature, le calme est revenu ; et, de nouveau, la puissance créatrice a repeuplé la terre de ses animaux et de sa flore, composés d'espèces distinctes des espèces de l'époque antérieure.

§ 2166. Les roches plutoniennes qui apparaissent lors des dislocations de la période crétacée sont encore, pour quelques auteurs, les **Basaltes** et les Porphyres pyroxéniques ; M. Cordier, qui n'admet ces roches que dans la période tertiaire, regarde comme contemporaine des terrains crétacés :

§ 2167. La **Mimosite** (partie de la *Dolérite* et du *Trapp* de M. d'Omalius d'Halloy, partie de la *Dolérite* de M. Brongniart). Cette roche noirâtre, grenue, à grains très-fins, est composée de pyroxène ($^1/_5$ à $^1/_{10}$ de la masse), de fer titané (1 à $^4/_{100}$) et de feldspath vitreux, teint en noirâtre par ce pyroxène. Elle passe au *Basanite*, quand ses parties sont plus minimes. Son âge appartient aux périodes crétacées et tertiaires.

## 17e Étage : NÉOCOMIEN.

*Première apparition* de l'ordre des Oiseaux palmipèdes et des Foraminifères enallostègues, des Rudistes, des genres *Scaphites*, *Baculites*, *Turritella*, *Rostellaria*, *Crassatella*, *Cardita*, *Janira*, *Radiolites*, *Zonopora*, *Salenia*, *Holaster*, *Textularia* et *Verticellites*.

*Règne* des genres *Hyleosaurus*, *Iguanodon*, *Ammonites*, *Toxoceras*, *Ancyloceras*, *Hamulina*, *Ptychoceras*, *Crioceras*, *Belemnites*, *Isoarca*, *Nucleolites*, *Toxaster*, *Phyllocrinus*, *Stylosmilia*, *Dimorphastrea*, etc.

*Zone* (partie inférieure, ou *néocomien*) des *Ammonites radiatus*, *Leopoldinus*, *Belemnites latus*, du *Crioceras Duvalii*, du *Pleurotoma neocomiensis*, du *Pholadomya elongata*, *Trigonia longa*, du *Janira atava*, de l'*Ostrea Couloni*, de l'*Holaster Lhardyi*, etc.

*Zone* (partie supérieure, ou *urgonien*), des *Ammonites Dumasianus*, *ligatus*, de l'*Ancyloceras Emerici*, du *Nerinea Coquandiana*, des *Caprotina ammonia* et *Lonsdalii*, du *Radiolites neocomiensis*, etc.

§ 2168. **Dérivé du nom.** M. Thurmann ayant appliqué à l'étage le nom de *Néocomien*, en le faisant dériver du *Neocomum*, dénomination latine de la ville de Neufchâtel, en Suisse, nous avons cru devoir l'adop-

ter, parce qu'il ne se rattache à aucun facies local de composition minéralogique, pas plus qu'à tel ou tel fossile dominant sur un point qui peut manquer sur un autre. Les environs de Neufchâtel le montrant parfaitement développé, nous l'admettons encore, parce qu'on y pourra retrouver l'un des types bien marqués. Nous espérons qu'on finira par substituer partout ce nom à celui de *grès vert inférieur*, primitivement adopté en Angleterre, mais trop souvent mal compris ailleurs, quant à ses rapports stratigraphiques.

§ 2169. **Synonymie suivant la superposition.** C'est le *Lower-green-sand* (grès vert inférieur), partie, de MM. Sowerby et Fitton; l'*étage néocomien* de MM. Thurmann et d'Orbigny; le *terrain jurassique supérieur* de M. Mathéron; *couches adossées au Jura* de M. de Buch; *formation waldienne* et *néocomienne* de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont.

*Suivant les fossiles*. C'est le *Calcaire à spatangues*, l'*Argile ostréenne* de M. Cornuel; le *Calcaire à dicérates* de M. Élie de Beaumont; le *Calcaire à chama ammonia* de quelques auteurs.

*Suivant la composition*. C'est le *Lower-green-sand*, le *Weald-clay*, le *Hastings-sand*, le *Purbeck*, de MM. de la Bèche et Fitton; le *Hils-conglomerat*, le *Hilsthon*, de M. Rœmer; le *Fer géodique*, le *Sable et Grès ferrugineux*, le *Sable blanc*, la *Marne calcaire bleue*, le *Calcaire à spatangues*, la *Marne argileuse jaune* et l'*Argile ostréenne*, de M. Cornuel; le *Calcaire roux* de M. Favre; la *Marne d'Hauterive* et le *Calcaire à grains verts*, de M. Marcou (non *aptien*, d'Orb.); le *Calcaire miroitant* de M. Itier; le *Terrain jura-crétacé* de M. Thirria; *Terrain crétacé du Jura* de M. Montmollin; *Formation néocomienne* de M. Scipion Gras; *Terrain sidérolitique*, *Marne bleue*, *Calcaire ferrugineux*, de M. Marcou. C'est le *Biancone* de M. de Zigno; le *Shanklin-sand* (*Lower-green-sand*), le *Weald-clay*, le *Tilgate-Beds*, l'*Ashburnham-Beds*, de M. Mantell (Sussex); le *Terrain jurassique supérieur kimméridgien et portlandien* (à Orgon); le *Terrain néocomien* (partie) de M. Mathéron; les *Dépôts néocomiens* de M. Beudant; *Groupe wealdien* de M. Lyell; la partie de l'*Étage des sables ferrugineux* de M. Cordier.

*Type français*. Vendeuvre (Aube), Saint-Sauveur, Fontenoy (Yonne), Châteauneuf-de-Chabre (Hautes-Alpes).

§ 2170. **Extension géographique.** L'étage néocomien couvre, en France, une immense surface dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen. Pour le démontrer, nous allons suivre les zones qu'il présente, comme nous l'avons fait pour chaque étage jurassique en particulier. (*Voy*. étage 17 de notre carte, *fig*. 482 )

*Dans le bassin* anglo-parisien, il forme une bande non interrompue

qui s'étend de la Meuse jusqu'au Cher ; elle commence dans la Meuse, à Brillon, près de Bar-le-Duc; occupe les communes de Bujard, d'Ancerville, de Comble; se dirige au sud-ouest par la Haute-Marne, où elle se montre, à Bettancourt-la-Ferrée, à Saint-Dizier, à Vassy, à Temilly, à Attancourt, à Brousseval, à Valleresl, à Ville-en-Blaisois, à Baudrecourt, à Vaux-sur-Blaise, à Bousseval, à Narcy, à Ancerville, à Marancourt, à Sommevoire. On la suit dans le département de l'Aube, où elle passe à Soulaines, à Ville-sur-Terre, près de Vendeuvre, à Thieffrain, à Chaource, à Gissangy, à Lignières et à Marolles. Elle continue dans le département de l'Yonne, à la Chapelle-de-Flogny, à Chenay, près de Trouchois; près de Seignelay, à Égriselle, à Chablis, à Auxerre, à Chavannes, à Maligny, à Escamps, à Lalande, à Leugny, à Levis, à Dampierre, à Fontenoy, aux Saints-en-Puisaye, à Saint-Sauveur, à Sainte-Colombe, à Tregny ; dans le département de la Nièvre, à Ribry, entre Dampierre et Saint-Amand, à Arquien, à Neuvy-sur-Loire; dans le Cher, à Sancerre. Indépendamment de cette large bande, nous voyons apparaitre l'étage néocomien au centre du bassin parisien, dans le pays de Bray, sous la forme d'un lambeau dirigé presque nord-ouest et sud-est, visible dans les communes de Saint-Sanson, de Savignies, de la Chapelle-aux-Pots, etc.

En Angleterre, il suit parallèlement à l'est de l'étage portlandien, et se montre sur des parties séparées. On le connaît d'après les beaux travaux de M. Fitton et la carte de M. Murchison. Il commence dans le Dorsetshire; forme une bande étroite qui suit dans le Wiltshire, le Berkshire, l'Oxfordshire, le Buckinghamshire, le Bedfordshire, le Cambridgeshire, et jusqu'à l'extrémité nord du Norfolkshire ; il se continue ensuite dans le Yorkshire. On en voit des lambeaux à Saint-Albans, à l'île de Wight; puis, il forme dans le Sussex, le Surrey et le Kent, une vaste surface dirigée de l'est à l'ouest Les localités du Sussex sont Pulborough, Parham.

Autour de la mer Méditerranée, nous le connaissons formant une large bande au pourtour du plateau central, qui commence dans l'Ardèche, à Berrias, au Theil, à Saint-André, à Beaulieu, à Grospierre, à Vallon, à Rosière, près de Largentière ; se continue dans le Gard, à Saint-Just, au Bouquet, à Méjannes, à Saint-Ambroise, à Rousson, à Saint-Martin, près d'Alais, à Domessargues, à Ledignan, à Cardet, à Sauve, à Nîmes, à Saint-Nazaire, à Corconne, à Pompignan, à Granges et à Agonès ; dans l'Hérault, on le voit de Carnas jusqu'à Notre-Dame-de-Londres. Un lambeau parait dans l'Aude, à Génégal, à la Cluze. D'autres très-grands se remarquent dans la Provence et sur le versant occidental des Alpes, dans la Drôme; dans la vallée de Charse, près la Motte-Chalançon, à Châtillon, au col de Perty, près d'Orpierre, à Dieulefit, à Remusat, à Sahune. Dans le département de Vaucluse, il forme toute la chaine du

Ventoux, du Lubron, les environs de Carpentras, de la Fontaine de Vaucluse, etc.; dans les Bouches-du-Rhône, toute la chaîne des Alpines, depuis Orgon jusqu'à la Péagère-du-Rocher, à Lançon, à la Fare et aux Opies; tout le massif compris entre Marseille, Cassis et Clujes, les environs d'Aubagne, d'Allauch; toute la partie élevée à l'est de Martigues, etc. Dans le Var, il se montre aux Lattes, près de Saint-Auban, à Gréolières, à Peyroulles, à Séranon, à Andon, à la Source-au-Loup, à Comps, à Trigance, à Sassenage, à Escragnolles, au ravin de Saint-Martin, à la Doire, à la Martre, à Laferrière, etc. Dans les Basses-Alpes, on le suit presque sans interruption, depuis Chamateuil, Cheiron, Robion, la Lagne, près de Castellanne, Saint-Julien, Vergons, Saint-André-de-Meouilles, Angles, Hiéges, Moustier, Barrême, Chardavon, jusqu'à Bezon, près de Sisteron. Dans les Hautes-Alpes, il offre de vastes lambeaux, à Châteauneuf-de-Chabre, au Mont-Clus, à Saint-Julien-Beauchêne, à la montagne de Chadres, au sud de Serre. Le même étage se continue dans l'Isère, à l'ouest de Grenoble, à Sassenage, à Fontanil, à la montagne de Nérou, à la montagne de la Grande-Chartreuse, à Voreppe, à Sapey, etc. Nous le voyons de ce point suivre au N.-N.-E., par Chambéry et le mont Salève, jusque très-loin en Suisse.

Sur le versant du Jura, l'étage néocomien montre des lambeaux plus restreints, allongés dans le sens de la chaîne. Il se voit dans l'Ain, à Géovreissiat, au Martinet-de-Charix, à la Clappe-Narbonne, à Maillat, près de Nantua, à la perte du Rhône, près de Belley, à Saint-Germain-les-Paroisses; dans le Jura, à Miéges, à Censeau, à Billecul; dans le Doubs, à Boucherans, près de Nozeroy; au Pissoux, aux Jannerots, commune des Écorces, à Renaud-du-Mont, à Noël-Cerneux, près de Morteau, près de Russey, de Pontarlier, et de là en Suisse, dans le canton de Vaud, à Sainte-Croix, à Mormont, à Bauvomar, à Lasaraz; dans le canton de Neufchâtel, à Cressier, à Troucé, à Hauterive et à Écluse; dans le canton de Berne, à Donaune; dans les cantons de Schaffhouse, d'Argovie, de Bâle et de Soleure.

Par des fossiles reçus par M. Paillette, nous avons la certitude que l'étage se trouve en Espagne.

Dans le Hanovre et en Bavière, il offre une grande surface, à Elliger-Brinke, à Bredenback, à Helgoland, à Hilsen, à Osterwald, à Delligsen, à Wahlberg, à Berklingen, à Schandelahe. D'un autre côté, on le voit sur une infinité de points de la Sardaigne, à Simbola, près de Nice, à Castiglione; dans le Vicentin, au col de Vignole; dans les Alpes vénitiennes, à Montfenera, à Hallein. D'après les recherches de M. Dubois, de Montpereux, nous ne devons pas douter que l'étage existe en Crimée, à Sabli, à Baghtsche-Serari, à Simferopol; dans la Colchide, à Koutaïs, à *Kreïti, sur* le versant méridional du Caucase.

D'après les fossiles rapportés de la république de la Nouvelle-Grenade (Amérique méridionale) par M. Boussingault et M. le colonel don Joaquin Acosta, nous l'avons parfaitement reconnu et nous pouvons assurer qu'il existe on ne peut plus développé à Analayma, près de Santa-Fé-de-Bogota, entre Tena et Tocaïme, à la Mesa, à Anapaime; entre l'alto de Ubalogne et de la Cruz, à Caquesa ; à Catoca de Matanza, province de Tunja ; à Petaquero, canton de Viletta ; dans la vallée de San-Juan, près d'Ibagué ; au Rio Velez, au Rio-de-Coello, près d'Ibagué ; à las Palmas, à San-Gil, à Suata, province de Socorro, etc. etc. L'étage paraît se rencontrer encore dans la Cordillère du Pérou, près de Pasco ; dans la Cordillère centrale du Chili, près de Coquimbo, de Copiapo, de Santiago. C'est, au moins, la conclusion qu'on peut tirer des fossiles recueillis sur ces points par MM. Darwin et Domeiko.

En résumé, l'étage néocomien, encore en litige il y a quelques années, se trouverait en même temps en Europe, en Amérique, et s'étendrait de la zone torride, au sud jusqu'au 34e degré, et au nord jusqu'au 55e de latitude.

§ 2171. **Stratification.** Dans l'ordre de superposition connu, l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, repose directement sur l'étage portlandien, le dernier des terrains jurassiques (*voy.* l'étage 17e de nos coupes, *fig.* 393, 499). Ainsi, partout où nous trouvons ces deux étages en contact, nous sommes d'autant plus autorisé à les regarder comme étant dans leur position respective naturelle, que nulle part, jusqu'à présent, on n'a signalé d'âge intermédiaire, et que tout porte à croire qu'il n'en existe pas; car, avec M. Élie de Beaumont, nous y réunissons le *Weald-clay* des géologues anglais. Ce fait nous serait encore plus démontré par ce que nous trouvons à l'est du bassin parisien, dans le pays de Bray et en Angleterre. En effet, sur toute la ligne que nous avons indiquée, depuis Brillon (Meuse) jusque dans le Cher, ou sur une extension de *deux cent quarante* kilomètres environ, l'étage néocomien paraît reposer partout en couches presque *concordantes* sur l'etage portlandien. Dans le pays de Bray, on trouve la même concordance, et il en est de même en Angleterre sur les lignes signalées. Il n'y a donc aucun doute que l'étage néocomien n'ait succédé régulièrement, dans l'ordre de superposition, à l'étage portlandien.

§ 2172. **Discordances stratigraphiques.** Pour limites de l'étage néocomien, nous avons, à la partie inférieure, toutes les lignes de démarcation que nous avons indiquées à l'étage portlandien ; ainsi, nous avons, à la fois, des discordances positives, des discordances d'isolement, des discordances de corrodation et d'érosion (§ 2117 à 2120). Nous ne reviendrons sur ce point que pour rappeler leur importance, qui distingue, aussi nettement que possible, les deux étages.

§ 2173. Les limites supérieures de l'étage néocomien sont aussi parfaitement tranchées par des discordances réelles, des discordances d'isolement et des discordances d'érosion. M. Leymerie signale une discordance dans le département de l'Aube. Les discordances d'isolement existent sur beaucoup de points. Nous les trouvons dans le manque, sur l'étage néocomien, de l'étage aptien, au ravin de Saint-Martin, près d'Escragnolles (Var) (*fig.* 478), aux Alpines (*fig.* 454), à Martigues (Bouches-du-Rhône), à Génégal (Aude), peut-être dans l'Isère, dans le Jura, depuis l'Ain, le Jura et le Doubs ; le canton de Vaud, à Sainte-Croix ; le canton de Neufchâtel, à Hauterive, etc.; en Hanovre, en Piémont, en Italie, dans les Alpes de Venise ; en Crimée, en Colchide; dans la Nouvelle-Grenade et au Chili, en Amérique, où, jusqu'à présent, aucune trace de l'étage aptien ne s'est montrée sur ces points, ce qui annonce qu'un mouvement géologique s'est fait sentir entre les deux, immédiatement après le dépôt néocomien, mouvement qui a empêché, sur ces points, l'étage aptien qui lui succède de se déposer, comme il l'a fait ailleurs.

Les discordances de corrodation se voient parfaitement sur quelques points, principalement au ravin de Saint-Martin près d'Escragnolles, où les dernières couches néocomiennes sont comme polies et couvertes d'incrustations ferrugineuses à leur contact avec l'étage albien qui leur est directement superposé. Cette usure de la dernière couche montre les dernières limites supérieures de l'étage néocomien, et annonce un mouvement prolongé des eaux avant les premiers dépôts supérieurs. On voit donc que l'étage néocomien est aussi bien séparé de l'étage aptien par des caractères stratigraphiques que par la composition des faunes.

§ 2174. **Déductions tirées de la position des couches.** Par sa position concordante (étage 17, *fig.* 394) avec l'étage portlandien, par le peu d'inclinaison des couches vers le centre du bassin, on doit croire que la partie orientale du bassin anglo-parisien comprise entre Brillon (Meuse) et le département du Cher, longue de 240 kilomètres, montre un lambeau encore intact du littoral des premières mers crétacées, déposé sur les dernières côtes jurassiques, et dans une portion de bassin nullement modifié depuis dans ses limites. C'est, avec les autres faits semblables déjà signalés une circonstance curieuse à constater. Le lambeau du pays de Bray, comme l'a reconnu M. Élie de Beaumont, paraît, au contraire, avoir subi un effet de dislocation postérieur à son dépôt, en même temps que les terrains jurassiques inférieurs.

Dans le bassin méditerranéen, à l'exception de quelques parties placées auprès du massif central, dans les départements de l'Ardèche et du Gard, où les couches peuvent encore, quoique disloquées, se trouver sur l'ancien rivage des mers crétacées, tous les autres points paraissent *avoir subi* des dislocations bien plus nombreuses, presque toujours en

même temps que les terrains jurassiques sous-jacents. C'est, en effet, ce que nous montrent la superposition des couches inclinées de la chaîne des Alpines et des Opies (voyez *fig.* 454), et surtout les environs de Chaudon et de Barrême (Basses-Alpes) (voyez *fig.* 416). Sur quelques points, comme des deux côtés du pont d'Hiéges, route de Saint-André de Meouilles à Barrême, les couches dans les dislocations des Alpes ont été reployées d'un manière très-remarquable (*fig.* 483).

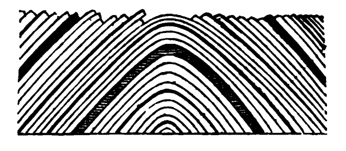


*Fig.* 483. Couches néocomiennes et aptiennes reployées, au pont d'Hiéges (Basses-Alpes).

§ 2175. **Composition minéralogique.** Nous trouvons encore, suivant les lieux, dans cet étage, la composition minéralogique la plus variée. En effet, à l'île de Wight, en Angleterre, il se montre, aux couches inférieures, sous la forme de grès d'un vert foncé, qui lui a valu le nom de *Grès vert inférieur.* Dans l'Aube, l'Yonne, près de Morteau, en France, dans le Hanovre, ce sont des calcaires argileux bleus et jaunes, remplis de fossiles ; à Noseroy (Doubs), des calcaires oolithiques exploités pour le minerai de fer ; à Brillon, des calcaires saccharoïdes jaunes. A Orgon et à Martigues, on l'exploite aux parties supérieures comme craie chimique, tant la roche est blanche et crayeuse. Dans les Alpes, ce sont ou des calcaires marneux noirâtres, ou des calcaires chloriteux plus compactes. A la Nouvelle-Grenade, ce sont des calcaires noirs, argileux ou compactes. En résumé, suivant les lieux, la nature de la roche est diverse ; et, à moins de rester dans des limites très-restreintes, le caractère minéralogique ne peut qu'induire en erreur. Si nous comparons la composition minéralogique des couches de quelques points en particulier, nous en aurons encore une preuve plus évidente.

Dans la Haute-Marne, comme l'a observé M. Cornuel aux environs de Vassy et comme nous l'avons également constaté, on voit se succéder, des couches inférieures aux supérieures, une marne argileuse noirâtre, du fer géodique, des sables et des grès ferrugineux, du sable blanc, des calcaires marneux noirs, des calcaires marneux jaunes, qui constituent les couches inférieures. Vient ensuite la série supérieure, formée de marnes argileuses jaunes, de couches minces d'argile bleue ; enfin, de l'argile grise ostréenne, avec ses alternats.

Dans la chaine des Alpines, près d'Orgon, où l'étage néocomien, ainsi qu'aux Martigues, montre son plus grand développement, on voit, aux parties inférieures, des calcaires bleuâtres, argileux, qui passent au milieu au calcaire saccharoïde jaunâtre, et aux parties supérieures à un

calcaire blanc, crayeux, rempli de caprotina, exploité comme craie chimique.

A Escragnolles (Var), les couches inférieures sont formées de calcaires argileux noirâtres qui passent au gris, et sont terminées aux parties supérieures par un calcaire chloriteux analogue d'aspect à la glauconie crayeuse du Havre. On voit, par ces termes de comparaison, que les grès verts de l'Angleterre correspondent aux sables, aux couches ferrugineuses, argileuses bleues ou jaunes de la Haute-Marne, et aux calcaires argileux bleus des Alpines et d'Escragnolles ; tandis qu'aux parties supérieures, les sables gris de l'Angleterre sont au même horizon géologique que les calcaires chloriteux d'Escragnolles, les calcaires blancs crayeux d'Orgon et de Martigues, représentés par des silex, à Gigondas. Ces quelques comparaisons suffiront, sans doute, pour prouver qu'il n'y a presque jamais, sur des points éloignés, un facies minéralogique identique sur lequel on puisse s'appuyer pour la distinction de l'étage. Nous pouvons même dire plus : si, au nord-est de la France, les dernières couches jurassiques formées d'un calcaire blanc argileux se distinguent nettement des dernières couches néocomiennes, il n'en est pas ainsi en Provence, dans le Var, dans les Basses et dans les Hautes-Alpes, où un degré de plus de dureté et les fossiles sont les seuls signes différentiels.

En Angleterre, on trouve, immédiatement sur les calcaires marins de l'étage portlandien, des couches néocomiennes terrestres, dites de boue, avec des arbres dans leur position normale, avec leurs racines dans la terre ancienne de cette époque, recouvertes de couches d'eau douce avec restes de coquilles fluviatiles, le tout recouvert par des dépôts marins renfermant des coquilles marines.

§ 2176. **Puissance connue.** Les points où nous avons rencontré plus de puissance à l'étage sont dans la chaîne des Alpines, du Ventoux, entre Marseille et Cassis, et entre Clujes et le Beausset, où des couches inclinées à 23° à l'horizon, sur une longueur de près de 8 kilomètres, nous donnent 2500 mètres d'épaisseur à l'ensemble néocomien. On ne peut douter dès lors de la durée et de la valeur de l'étage.

§ 2177. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Avant tout, une première déduction pourrait être tirée des couches ferrugineuses, exploitées toujours sans fossiles, qu'on remarque au-dessous de l'étage néocomien à Bettancourt-la-Ferrée (Haute-Marne). Nous pourrions les regarder comme le résultat du lavage terrestre qui a dû avoir lieu entre la fin de l'étage portlandien et le commencement de l'étage néocomien.

§ 2178. **Points terrestres.** Les belles recherches de MM. Fitton, Mantell, de la Bèche, Buckland et Lyell ne laissent aucun doute sur l'o-

rigine terrestre du dépôt du Weald, dans la partie sud-est de l'Angleterre, dans l'île de Wight, dans l'île de Portland, le Surrey, le Kent et le Sussex, surtout pour les couches terrestres si remarquables qui reposent immédiatement en couches concordantes sur les dépôts marins de l'étage portlandien, et qui contiennent des troncs d'arbres, et des Zamia dans la position où ils ont vécu. Des dépôts terrestres existent encore dans le département de l'Oise, où ils ont été étudiés par M. Graves, et d'autres semblent encore se montrer dans le département de l'Ain ; mais ces derniers points de France, ainsi que les couches supérieures du Weald-Clay, d'Angleterre, paraissent avoir constitué des dépôts d'eau douce. C'est au moins ce qu'on peut déduire de la présence de coquilles fluviatiles. Il en est de même des dépôts analogues de l'Allemagne.

§ 2179. Les trois zones de profondeur dans les mers, que nous avons retrouvées pour tous les étages précédents, sont encore ici très-marquées dans les dépôts marins de l'étage néocomien.

*Points littoraux des mers.* Nous croyons pouvoir conclure du grand nombre de coquilles flottantes de Céphalopodes déposées dans les couches, que tous les points suivants ont fait partie de côtes placées au niveau supérieur des marées. — Autour du bassin parisien nous les retrouvons dans la Meuse, à Brillon; dans la Haute-Marne, à Vassy ; dans l'Aube, à Vendeuvre, à Soulaines ; dans l'Yonne, à Auxerre, occupant ainsi quelques couches de toute la ligne orientale du bassin. En Angleterre, on les trouve à Hythe, à Atherfield, à Nutfield, à Maidstone, etc. Dans la mer méditerranéenne, on les voit dans le Gard, aux environs de Nîmes ; dans la Drôme, à la Charse ; dans le département de Vaucluse, à Gigondas (quartier de la Feuille), à Redennes ; dans le Var, aux Lattes, à Escragnolles, au ravin de Saint-Martin, à Andon, à Caussols, à la Doire, à Gréolières ; dans les Basses-Alpes, à Cheiron, à la Lagne, à Barrême, à Angles, à Robion, à Andon, à Aiglun, à Chamateuil, à Sisteron, à Chardavon ; dans les Hautes-Alpes, à Châteauneuf-de-Chabre, à Saint-Julien Beauchêne ; dans l'Ain, à Géovreissiat près de Nantua ; dans le Jura, à Nozeroy, à Censeau, à Boucherans ; dans le Doubs, à Morteau, à Russey, aux Jeannerots, près des Écorces. Hors de France, on les trouve à Hauterive (Neufchâtel), à Sainte-Croix (Vaud) ; dans le Biancone du col Vi.nole (Vicentin), à Simbola, près de Nice ; dans le Hanovre, à Bredenbeck, à Helgoland ; en Crimée, à Sabli ; en Colchide, à Courtais ; dans la Colombie (Nouvelle-Grenade), sur presque tous les points indiqués à l'extension géographique, puisque la roche est pétrie de corps flottants.

§ 2180. Le grand nombre de Céphalopodes qu'on trouve entre Escragnolles et les Hautes-Alpes annonce certainement un dépôt littoral ; mais cette conséquence, déduite rigoureusement des faits, est ici plus cu-

rieuse qu'ailleurs : car elle ferait supposer que cette partie du versant occidental des Alpes avait déjà surgi au-dessus des mers, à l'époque des dépôts néocomiens.

On pourrait dire plus encore de la nature de ces dépôts côtiers. Escragnolles, à ses parties supérieures, montre, par l'amoncellement des coquilles flottantes, des coquilles non flottantes, et même des coquilles assez pesantes, un dépôt fait sous l'action d'un mouvement assez prononcé des eaux ; tandis que les Céphalopodes les plus fragiles, déposés entiers dans des couches formées de sédiments fins, à Cheiron, à Barrême, à Angles, etc , si bien étudiés par M. Astier, annoncent, au contraire, des dépôts tranquilles semblables à ceux des golfes : mais ici la disposition par lits bien distincts et souvent répétés de toutes les couches annonce que ces dépôts se formaient sous l'action des perturbations naturelles qui existent dans nos mers (§ 88).

§ 2181. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque de coquilles flottantes et le grand nombre de coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes feraient croire que les points suivants étaient sous-marins, mais très-voisins des côtes, quand les sédiments qui forment ces couches s'y sont déposés. — Dans le bassin parisien, à Bujard (Meuse) ; à Bettancourt-la-Ferrée, à Saint-Dizier, à Ville-en-Blaisois, à Baudrecourt, à Attancourt, à Vaux sur-Blaise, à Bousseval, etc. (Haute-Marne); à Ville-sur-Terre, à Bernon, à Chaource, à Rumilly (Aube); à Chenay, à la Chapelle-de-Flogny, à Lagny, et sur toute la ligne jusqu'au delà de Saint-Sauveur (Yonne) ; à Neuvy-sur-Loire (Nièvre). — Dans le bassin méditerranéen, à Berrias, au Theil (Ardèche) ; à Génégal (Aude) ; à Allauch, à la Péagère-du-Rocher (Bouches-du-Rhône); à Fontanil, à la montagne de Nérou (Isère); à la perte du Rhône, au Martinet de Charix près de Nantua, à la Clape, à Mouillat (Ain); à Renaud-du-Mont (Doubs).

§ 2182. **Points profonds des mers néocomiennes.** Dans la chaine des Alpines, du Lubron, du Ventoux, à l'est de Martigues, à la Fontaine de Vaucluse, dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Var, la puissance immense des couches néocomiennes a tous les caractères d'un dépôt sous-marin, formé au loin des côtes et par une grande profondeur. On n'y voit, en effet, aucune coquille flottante, et même on peut dire qu'à l'exception des couches les plus inférieures et les plus supérieures les fossiles y sont rares et dépendent, presque tous, des Brachiopodes et des Échinodermes, Échinides et Crinoïdes, qu'on sait être pélagiens. Nous croyons donc pouvoir citer les couches comprises entre Orgon et Péagère comme le plus beau type d'un dépôt sous-marin fait au loin des côtes. Les couches supérieures d'Orgon qui renferment une *si grande quantité* de *Requienia Lonsdalii* et *Ammonia*, de *Nérinées*, ainsi

que les mêmes couches, à Martigues, à Cassis, à la Fontaine de Vaucluse, de Chambéry, représentent, pour nous, une bande spéciale, un horizon géologique le mieux caractérisé, mais seulement local, que nous pourrions comparer aux récifs anciens de l'étage corallien (§ 2076). Cette zone, que nous avons, ailleurs, désignée comme notre *première zone de Rudistes*, montre un récif sous-marin semblable à ceux d'aujourd'hui. Toutes les coquilles y sont en place telles qu'elles ont vécu.

§ 2183. **Oscillations du sol.** Nous regardons comme les signes certains d'oscillations du sol (§ 1755), durant la période néocomienne, d'abord la conservation de tous les points littoraux que nous avons signalés, et surtout le recouvrement, par des couches marines, des couches terrestres ou littorales connues en Angleterre sous le nom de *Weald-clay*, et qu'on a signalées dans l'île de Portland, dans la vallée de Wardour, en Allemagne et même dans le Jura, etc., etc. En Angleterre, nous expliquons ainsi la succession si remarquable du Weald-clay. Il a d'abord fallu, à la fin de la période portlandienne, que les calcaires marins fussent surélevés pour devenir points continentaux de marins qu'ils étaient. Ce continent paraît avoir duré très longtemps. Pendant la première période, des forêts, dont on reconnaît encore les troncs des arbres avec leurs racines, couvraient cette région. Puis ces forêts ont été remplacées par des marais où vivaient des coquilles d'eau douce ; mais quelques points de ces marais devaient être peu éloignés du littoral maritime : car on y trouve des huîtres, qui ne pourraient être là que par suite d'apport de la mer. Après une très-longue durée de ces dépôts terrestres et fluviatiles, un affaissement non graduel, car ce dernier aurait laissé la trace des dépôts littoraux successifs et des perturbations que la vague produit toujours sur les côtes, mais bien un affaissement brusque s'est manifesté et a placé, de suite, ces dépôts terrestres sous les eaux de la mer, qui les ont, de suite, recouverts de sédiments marins, sans qu'ils aient pu être préalablement dérangés. Nous regardons encore comme un effet des oscillations la superposition immédiate, sur presque tous les points du Var et des Basses-Alpes, comme au ravin de Saint-Martin, à Barrême, etc., de dépôts côtiers remplis de corps flottants, appartenant les uns aux couches inférieures néocomiennes, et les autres aux couches supérieures ou urgoniennes, contenant, comme nous le verrons plus tard, chacune sa faune spéciale bien distincte ; car un affaissement de la première côte au niveau supérieur des marées est nécessaire pour que la seconde puisse s'y déposer immédiatement dessus.

§ 2184. **Perturbation finale.** Les discordances indiquées § 1173 annoncent qu'il a certainement existé des causes géologiques assez puissantes pour interrompre l'époque néocomienne, et la séparer entièrement, par sa faune, de l'étage qui l'a suivie. Nous pouvons, jusqu'à cer-

tain point, reconnaître encore les traces du mouvement des eaux qui a dû alors avoir lieu. Nous avons dit ailleurs (§ 162) qu'à la fin de chaque période les eaux ont dû envahir les continents, et entraîner avec elles des particules terrestres et des restes d'animaux. Nous pourrions regarder comme un produit de lavage de cette nature, les couches ferrugineuses qu'on trouve à la Grange-au-Ru, près de Vassy, entre les dernières couches néocomiennes et les premiers dépôts de l'étage aptien. Un fait viendrait encore plus nous le faire croire : c'est que ces dépôts ferrugineux renferment des fossiles marins contenus dans des rognons roulés de l'étage néocomien, et qu'on y rencontre des coquilles d'Unio, qui proviennent évidemment des eaux douces du continent voisin.

Un exemple curieux de conservation, est le *Pecten Alpinus* de Barrême, que nous y avons rencontré avec toutes ses couleurs.

§ 2185. **Caractères paléontologiques.** Un des caractères généraux de cette faune, qui ressort de l'examen de l'ensemble, c'est qu'un très-grand nombre de genres naît à cette époque, tandis qu'un très-petit nombre s'y éteint. Ce résultat prouverait, comme on devait s'y attendre, que l'étage néocomien est, par les détails de sa faune, le commencement d'une nouvelle période d'existence, d'une nouvelle grande époque géologique, et dépend bien, dès lors, des terrains crétacés, tandis qu'aucun lien ne la rattache directement aux terrains jurassiques. Nous avons vu, en effet, dans les étages corallien et kimméridgien, s'éteindre successivement un très-grand nombre de formes animales, spéciales aux terrains jurassiques, tandis qu'il n'en naissait presque aucune dans les derniers étages de ces terrains, résultat tout opposé de ce que nous remarquons dans l'étage néocomien, que nous regardons, avec presque tous les géologues, comme le commencement de la grande période crétacée. Nous allons, maintenant, donner les caractères différentiels spéciaux de cet étage.

§ 2186. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage portlandien de l'étage néocomien, outre le genre *Meristodon*, né et mort dans l'étage portlandien, nous avons le genre *Acteonina*, qui, né antérieurement, s'éteint aussi dans l'étage portlandien, sans passer à l'étage qui nous occupe. On voit, dès lors, que les caractères négatifs sont ici réduits à peu de chose.

§ 2187. Pour limiter paléontologiquement l'époque néocomienne de l'étage aptien qui lui succède immédiatement, nous avons quatre genres, qui commencent seulement à paraître à l'étage suivant, et manquent encore dans celui-ci. Parmi les Poissons, un genre; parmi les Céphalopodes, le genre *Conoteuthis*; parmi les Gastéropodes, le genre *Vermetus*; parmi les Échinodermes, le genre *Decameros*; parmi les Zoophytes, le genre *Tetracœnia*.

§ 2188. **Caractères positifs tirés des genres.** Les genres qui suivent, inconnus, jusqu'à présent, dans les étages inférieurs, et parus, pour la première fois, avec l'étage néocomien, seront autant de caractères positifs pour le distinguer de l'époque antérieure. Ces genres, au nombre de 74, sont ainsi répartis : Parmi les Oiseaux, les genres *Palæornis* et *Cimoliornis* ; parmi les Reptiles, les genres *Tretosternon*, *Succhosaurus*, *Goniopholis*, *Hyleosaurus* et *Iguanodon* ; parmi les Poissons, le genre *Odontaspis* ; parmi les Crustacés, le genre *Archæoniscus* ; parmi les Céphalopodes, les genres *Hamulina*, *Hamites*, *Heteroceras*, *Ptychoceras*, *Baculites*, *Scaphites*, *Crioceras* et *Baculina* ; parmi les Gastéropodes, les genres *Paludina*, *Turritella*, *Strombus*, *Rostellaria*, *Chenopus*, *Pyrula*, *Varigera*, *Avellana* et *Colombellina* ; parmi les Lamellibranches, les genres *Unio*, *Crassatella*, *Solecurtus*, *Donacilla*, *Arcopagia*, *Cardita*, *Pectunculus*, *Janira* et *Spondylus* ; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Terebratulina*, *Radiolites*, *Caprotina*, *Requienia*, *Terebrixostra* et *Caprinella* ; parmi les Bryozoaires, les genres *Hornera*, *Tubulipora* et *Zonopora* ; parmi les Échinodermes, les genres *Toxaster*, *Peltastes*, *Holaster*, *Pygaulus*, *Goniopygus*, *Salenia*, *Pyrina*, *Arbacia*, *Hemicrinus* et *Phyllocrinus* ; parmi les Zoophytes, les genres *Aplosastrea*, *Dimorphastrea*, *Amblocyathus*, *Acanthocœnia*, *Brachycyathus*, *Ellipsocœnia*, *Funginella*, *Pentacœnia*, *Polyphyllia*, *Thalamocœnia*, *Phyllocœnia*, et *Barysmilia* ; parmi les Foraminifères, les genres *Operculina*, *Textularia*, *Lituola* et *Placopsilina* ; parmi les Amorphozoaires, les genres *Verticillites*, *Hemispongia* et *Thalamospongia*.

§ 2189. Les genres spéciaux à l'étage néocomien, qui sont nés et morts dans cette période, sont autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage aptien, où ces genres ne paraissent pas avoir vécu. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries : Parmi les Oiseaux, les genres *Palæornis* et *Cimoliornis* ; parmi les Reptiles, les genres *Tretosternon*, *Succhosaurus*, *Goniopholis*, *Hyleosaurus* et *Iguanodon* ; parmi les Crustacés, le genre *Archæoniscus* ; parmi les Céphalopodes, le genre *Baculina* ; parmi les Échinodermes, les genres *Hemicrinus* et *Phyllocrinus* ; parmi les Zoophytes, les genres *Aplosastrea*, *Dimorphastrea*, *Acanthocœnia*, *Brachycyathus*, *Ellipsocœnia*, *Pentacœnia* et *Thalamocœnia* ; parmi les Amorphozoaires, les genres *Hemispongia* et *Thalamospongia*. Si nous ajoutons les 14 genres suivants également éteints dans l'étage néocomien sans passer à l'étage aptien : parmi les Reptiles, les genres *Pterodactylus*, *Megalosaurus*, *Streptospondylus* et *Cetiosaurus* ; parmi les Poissons, les genres *Ophiopsis*, *Pholidophorus*, *Tetragonolepis* et *Microdon* ; parmi les Bryozoaires, le genre *Aspendesia* ; parmi les Échinodermes, le genre *Disaster* ; parmi les Zoophytes, les genres *Stylosmilia* ; parmi les Amorphozoaires, les genres *Cribrospongia* et *Poro*-

*spongia*, nous aurons 34 genres pour caractères positifs entre les étages néocomien et aptien.

§ 2190. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter les nombreuses espèces de Plantes, d'Animaux vertébrés et annelés, nous avons, en Animaux mollusques et rayonnés, seulement, le nombre de 851 espèces, dont nous avons donné, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 62 et suivantes), les noms discutés, la synonymie et les principales localités où elles se trouvent (1). En ôtant de ce nombre les sept espèces suivantes, communes entre les couches les plus supérieures de l'étage néocomien et de l'étage aptien :

| | |
|---|---|
| Belemnites Grasianus, Duval. | Ostrea macroptera, Sow. |
| Natica lævigata, d'Orb. | Terebratula Moutoniana, d'Orb. |
| Pholadomya Cornueliana, d'Orb. | — sella, Sow. |
| Mytilus sublineatus, d'Orb. | |

il restera encore 844 espèces caractéristiques de cet étage, qui pourront servir à le faire reconnaître sous toutes les formes minéralogiques.

§ 2191. Pour appuyer l'extension géographique que nous avons donnée à l'étage, on n'aura qu'à jeter les yeux sur les localités indiquées au *Prodrome*. On pourra se convaincre, alors, que tous les lieux de France mentionnés contiennent des espèces identiquement les mêmes, chaque fois que le facies de dépôt dépend de circonstances identiques. Il en est ainsi des espèces d'Angleterre, d'Allemagne, d'Italie, et surtout, ce qui est plus remarquable, des espèces recueillies dans la Nouvelle Grenade (Colombie) par MM. Boussingault et Acosta (2). Pour le prouver, nous allons donner une liste des espèces les plus répandues et les plus caractérisées, propres à la fois au sol de la France et aux contrées les plus éloignées :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Belemnites latus. | 2 | *Ammonites Tethys (3). | 36 |
| — subquadratus. | 6 | * — Dumasianus. | 580 |
| Ammonites radiatus. | 18 | * — Didayanus. | 586 |
| | | — Castellannensis. | 587 |

(1) *Voyez* encore, dans notre *Paléontologie française, terrains crétacés*, les descriptions et les figures de toutes les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires de France.

(2) *Voyez* notre travail spécial sur ces fossiles.

(3) Dans cette liste, les espèces de la Nouvelle-Grenade (Amérique), identiques à celles de France, sont marquées d'un astérisque. On peut, par cette nomenclature, s'assurer que ces espèces, au nombre de 13, ne sont pas une exception, mais un fait général d'une grande importance, annonçant la communication directe des mers, et la contemporanéité parfaite des deux dépôts.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| *Ammonites galeatus. | 592 |
| * — Bogotensis. | 593 |
| * — Vandeckii. | 602 |
| Crioceras Duvalii. | 55 |
| Ancyloceras Duvalianus. | 630 |
| * Toxoceras nodosus. | 642 |
| Nerinea Coquandiana. | 663 |
| * Natica Bogotina. | 674 |
| Pleurotomaria neocomiensis. | 141 |
| Pterocera pelagi. | 156 |
| * Rostellaria Americana. | 691 |
| Panopæa neocomiensis. | 197 |
| Pholadomya elongata. | 209 |
| * Leda scapha. | 243 |
| * Trigonia longa. | 259 |
| — carinata. | 288 |
| — caudata. | 292 |
| Corbis corrugata. | 299 |
| * Arca Gabrielis. | 326 |
| Lima Carteroniana. | 358 |
| Gervillia anceps. | 379 |
| Janira atava. | 395 |
| * Ostrea Boussingaultii. | 404 |
| — macroptera. | 406 |
| * — Couloni. | 405 |
| Rhynchonella depressa. | 416 |
| Terebratula tamarindus. | 420 |
| — diphyoides. | 747 |
| Caprotina ammonia. | 752 |
| — Lonsdalii. | 753 |
| ÉCHINODERMES. | |
| Holaster l'Hardyi. | 466 |
| Toxaster complanatus. | 470 |
| Nucleolites Olfersii. | 480 |
| Diadema Bourgueti. | 490 |
| Cidaris punctata. | 503 |
| AMORPHOZOAIRES. | |
| Cupulospongia cupuliformis. | 568 |




*Fig.* 484. Dent de l'Iguanodon Mantelli.

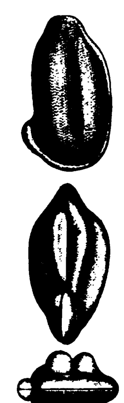


*Fig.* 486. Cythere auriculata.

Voici, comme exemple, les figures de quelques-unes des espèces caractéristiques de cet étage (*fig.* 484 à 497).

§ 2192. **Chronologie historique.** Une perturbation géologique a



*Fig.* 486. Ichthyodorulites d'Hybodus.

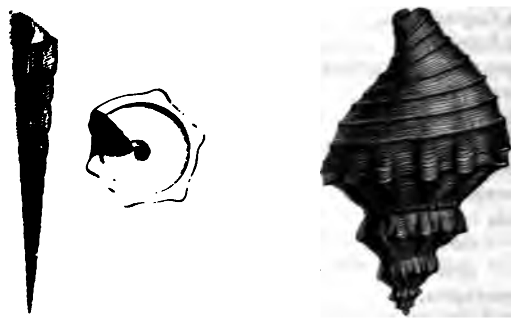


*Fig.* 487. Turritella angulata. *Fig.* 488. Fusus neocomiensis.

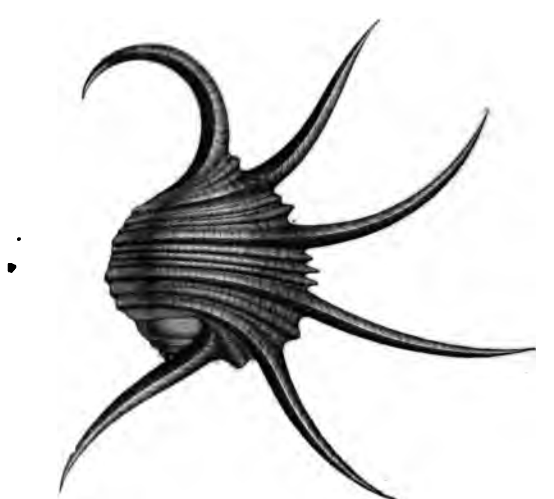


*Fig.* 489. Pterorocera Oceani.

certainement amené la fin de l'étage portlandien (§ 2135). C'est alors

qu'ont été anéanties, avec les deux genres éteints dans cette période, les 63

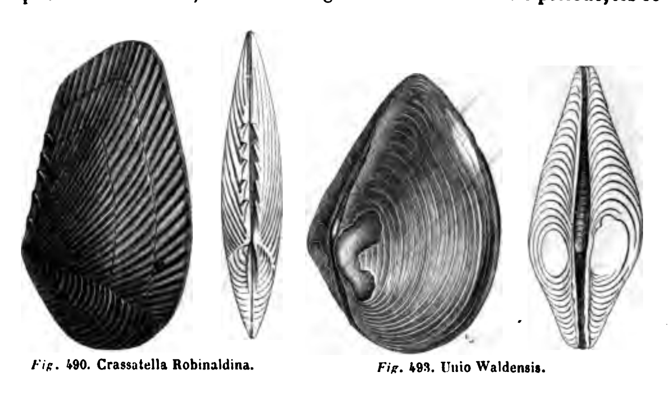


*Fig.* 490. Crassatella Robinaldina. *Fig.* 493. Unio Waldensis.

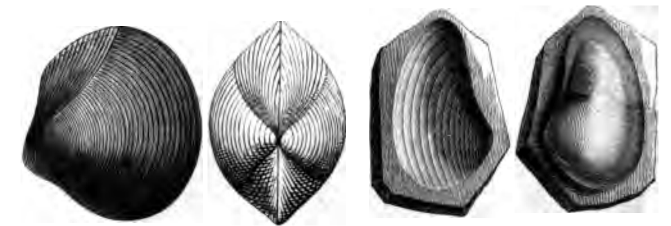


*Fig.* 492. Cardium peregrinum. *Fig.* 491. Trigania longa.

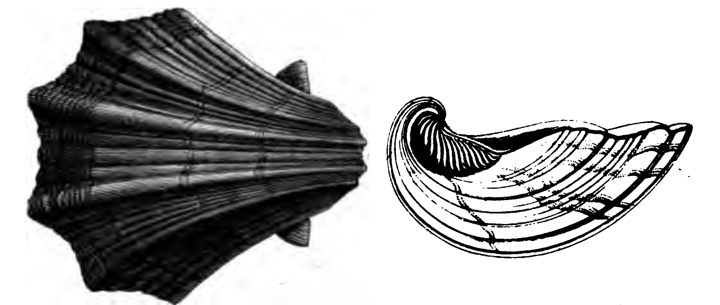


*Fig.* 494. Janira atava.

espèces d'Animaux mollusques et rayonnés que nous y avons reconnues

(§ 2130). Lorsque après cette perturbation le calme est revenu sur la terre,

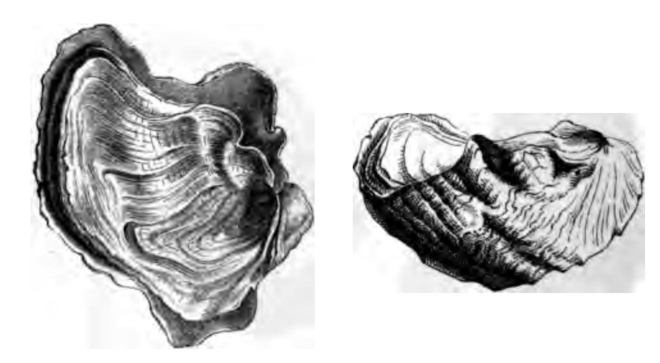


*Fig.* 495. Ostrea Couloni.




A B C

*Fig.* 496. Rhynchonella sulcata.

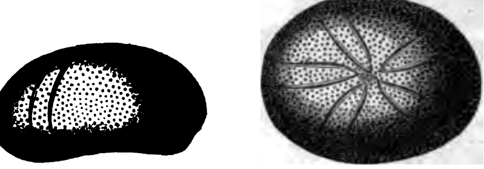


*Fig.* 497. Pygaulus Moulinsii.

il est né, dans l'étage néocomien, 74 genres inconnus dans les étages inférieurs; et, indépendamment des animaux vertébrés et annelés, 851 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, actuellement connus,

viennent nous donner une idée de la composition de la nouvelle faune des terrains crétacés, si différente des faunes propres aux derniers étages jurassiques.

§ 2193. Les mers (*voyez* étage 17 dans notre carte, *fig.* 482) conservent, sur quelques points d'Europe, la même circonscription, tandis que sur d'autres elles ont changé de limites. Nous voyons en effet, dans le bassin anglo-parisien, les mers néocomiennes suivre la même circonscription, tout en laissant des atterrissements, sur le littoral oriental, depuis la Meuse jusqu'au Cher. Nous les voyons faire de même en Angleterre, depuis la Manche jusqu'au Yorkshire, à l'est des étages jurassiques. Dans la mer méditerranéenne, nous voyons que, partout, cette mer occupe les lieux voisins des dernières limites jurassiques déjà tracées, soit sur le bord du plateau central, soit sur les côtes de l'île du Var, soit sur le versant occidental des Alpes, dans le Jura. Il paraît en être de même dans le Hanovre.

Les points où nous voyons les mers changer de circonscription se trouvent au pourtour occidental du bassin anglo-parisien en France, où, depuis la Touraine jusqu'aux côtes du Calvados, nous ne connaissons pas encore de dépôts néocomiens, sur les dernières couches jurassiques. Nous avons observé une lacune identique dans le bassin pyrénéen tout entier, où nous n'avons rencontré, jusqu'à présent, aucune trace de l'étage néocomien, depuis la Vendée jusqu'au plateau central et dans la chaîne des Pyrénées. Il faudrait croire, pour ce dernier bassin, que la mer néocomienne n'y pénétrait pas, au moins sur les points qui nous sont connus Le grand nombre de coquilles identiques entre la Provence et la Nouvelle-Grenade en Amérique, nous porte à penser que la mer existait sans interruption, depuis l'Europe jusqu'au nouveau monde. Les dépôts côtiers des deux points nous font même reconnaître quelques lambeaux du littoral de ces mers qui s'étendaient de la zone torride jusque dans nos régions tempérées.

§ 2194. Les continents ont subi des changements correspondants. Ils sont restés les mêmes, à l'est du bassin anglo-parisien en France et en Angleterre, tandis qu'ils se sont plus augmentés du côté du massif breton, puisque nous n'y trouvons aucun dépôt néocomien. Quant au bassin méditerranéen, il se trouverait borné à l'est par un continent alpin, qui s'étend depuis Castellanne, en passant à l'ouest de Gap, à l'est de Grenoble, et se dirigeant vers la Suisse (*voyez* notre carte *fig.* 482). On pourrait croire encore, par le manque complet de l'étage néocomien, que, pendant la durée de cet étage, toutes les parties des mers que nous avons désignées jusqu'à présent sous le nom de bassin pyrénéen sont restées hors des eaux et pouvaient être continentales.

§ 2195. Les mers s'enrichissent d'un grand nombre d'animaux nou-

veaux. Nous y voyons en effet apparaître, pour la première fois, l'ordre des Foraminifères énallostègues, et surtout une faune très-remarquable par le grand nombre d'espèces et la multiplicité de formes génériques qu'affectent les Mollusques céphalopodes, qui y offrent des Ammonites gigantesques et des espèces remarquables par leurs sillons transverses espacés, des *Ancyloceras* de deux mètres de développement, et ces genres si singuliers des *Scaphites*, des *Toxoceras*, des *Ptychoceras*, des *Heteroceras*, des *Helicoceras*, des *Crioceras*, etc., etc Des Reptiles remarquables, tels que les *Hyleosaurus* et les *Iguanodon*, peuplent les rivages, près desquels pullulent de nombreux Poissons; des Mollusques jusqu'alors inconnus, tels que des Turritelles, des *Varigera*, des Crassatelles, etc.; beaucoup d'Échinodermes nouveaux, de Zoophytes et d'Amorphozoaires. Les nombreuses formes nouvelles, jointes au maximum de développement des espèces d'Ammonites, d'Ancylocéras, de Criocéras, de Bélemnites, de Nucléolites, etc., donnent, à cet étage une richesse animale bien supérieure aux deux étages précédents, et surtout un facies d'ensemble très tranché. Les rivages étaient encore peuplés de plantes marines, d'Algues, dépendantes des Cryptogames amphigènes. M. Dunker ymentionne, en effet, en Allemagne, le *Confervites fissus*.

§ 2196. Les continents n'étaient pas moins bien partagés; car nous y voyons apparaître deux genres d'Oiseaux riverains, des Tortues, les derniers représentants des Ptérodactyles, ces Reptiles volants si singuliers, et enfin des Reptiles de 11 genres différents. Avec ces animaux, les continents nourrissent un grand nombre de plantes (voyez *fig.* 498), dont la liste suivante est extraite du catalogue publié par M. Brongniart. Le savant botaniste fait remarquer que les formes génériques sont presque toutes les mêmes que durant les terrains jurassiques. Cependant, dit-il, les Cycadées paraîtraient déjà moins nombreuses, relativement aux Fougères. C'est, pour lui, la fin du règne des Gymnospermes. Ce résultat, relatif aux plantes, n'est pas marqué pour les animaux. Si, en effet, pour ces derniers, beaucoup de genres des terrains jurassiques se continuent dans ce premier étage crétacé, le nombre des formes nouvelles et spéciales aux terrains crétacés est encore plus prononcé, et marque, certainement, le commencement d'une nouvelle période.



*Fig.* 498. Cycadoidea megaphyllia.

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Pachypteris gracilis, Brong. Angl.; Beauvais. (Sphenopt. gracilis, Fitt.)
Sphenopteris? Mantelli, Brong. Angl.; All.
Sphenopteris Sillimani, Mant. Angl.
S. Rœmeri, Dunk. Allem.
S. tenera, Dunk. id.
S. Phillipsii, Mant. Angl.
S. Gœpperti, Dunk. All.
S. Hartlebeni, Dunk. id.
S. longifolia, Dunk. id.
Adiantites Mantelli, Brong. Allem. (Cyclopteris Mantelli, Dunk.)
A.? Klipsteinii, Brong. Allem. (Cyclopteris Klipsteinii, Dunk.)
Cladophlebis Albertsii, Brong. Allem. (Nevropteris Albertsii, Dunk.)
Pecopteris Huttoni, Brong. Allem. (Nevropteris Huttoni, Dunk.)
Pecopteris Geinitzii, Dunk. Allem.
P. Murchisoni, Dunk. id.
P. Conybeari, Dunk. id.
P. elegans, Brong. All. (Alethopt. elegans, Dunk.)
P. polydactyla, Dunk. Allem.
P. Ungeri, Dunk. id.
P. gracilis, Dunk id.
P. Cordai, Dunk. id.
P. Althausii, Dunk. id.
P. Browniana, Dunk. id.
P.? linearis, Sternb. All. (Non P. Reichiana, Br.)
Lonchopteris Mantelli, Brong. Angl.; Beauvais.
L.? Huttoni, Presl. Angl.
Hausmannia dichotoma, Dunk. Allem.
Protopteris? erosa, Ung. Angl. (Eudogenites erosa, Mant.)

MARSILÉACÉES.

Baiera Huttoni, Brong. Allem. (Cyclopt. digitata, L. et H., non Brong.)
B. Brauniana, Dunk. Allem.
B. nervosa, Dunk. id.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum Lyelli, Mant. Angl.
E. Phillipsii, Dunk. Allem.
E. Burchardi, Dunk. id.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES.

Cycadites Brongniarti, Rœm. Allem.
C. Morrisianus, Dunk. id.
Zamites æqualis, Gœpp. id.
Z. abietinus (Pteroph., Dunk.) id.
Z. Dunkerianus (Pteroph., Dunk.). Allem.
Z. Lyellianus (Pteroph., Dunk.). A.
Z. Gœppertianus (Pteroph., Dunk.). Allem.
Z. Humboldtianus (Pteroph Dunk.), Allem.
Z. Fittonianus (Pteroph., Dunk.). A.
Z. Brongniarti (Cycad., Mant.). Angl.; Beauvais.
Pterophyllum Schaumburgense, Dunk. Allem.
Zamiostrobus? crassus, Gœpp. Angl., Wight.
Cycadoidea megalophylla, Buck. Portland.
C. microphylla, Buckl. Portland.
Clathraria Lyellii, Mant. Sussex.

CONIFÈRES.

Brachyphyllum Germari, Brong. Allem. (Thuites Germari, Dunk.)

B. ? Korrianum, Brong. Allem. (Thuites Korrianus.)
B. imbricatum, Brong. Allem. (Thuites imbricatus, Rœm.)
B. Gravesii, Brong. Beauvais. (Moreausia Gravesii, Pomel.)
Juniperites Sternbergianus, Brong. Allem. (Muscites Sternbergianus, Dunk.)
Abietites Linkii, Dunk. Allem.

**Plantes de classe douteuse.**

Carpolithes Mantelli, Stokes. Angl.; Allem.; Beauvais.
C. Lindleyanus, Dunk. Allem.
C. cordatus, Dunk. id.
C. Brongniarti, Dunk. id.
C. sertum, Dunk. id.

§ 2197. L'identité de la faune marine néocomienne depuis la zone torride jusqu'en Provence nous ferait croire qu'alors les zones isothermes n'existaient pas encore.

Les oscillations du sol étaient fréquentes durant cette époque (§ 2183).

§ 2198. Nous avons encore vu par les discordances (§ 2172) que la perturbation finale qui a dû déterminer la fin de l'époque néocomienne est parfaitement indiquée (§ 2184), et qu'elle coïncide avec les signes de lavage à la surface de la terre et avec les limites des faunes, dans les couches terrestres. C'est peut-être à la fin de cet étage que se sont surélevées les montagnes de la Nouvelle-Grenade dirigées N. 33° E. au S. 33° O. qui constituent notre *système colombien*.

**Division de l'étage néocomien en deux séries de couches.**

§ 2199. Deux divisions parfaitement tranchées et toujours superposées existent dans l'étage néocomien, aussi bien dans le bassin méditerranéen que dans le bassin parisien, l'une inférieure et l'autre supérieure, ayant chacune sa faune particulière presque spéciale, comme on le verra dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*.

La série inférieure, à laquelle nous conservons plus particulièrement le nom de *Néocomien*, parce qu'elle se trouve seule à Neufchâtel, premier type de l'étage, se compose d'une faune côtière et d'une faune marine bien circonscrite dans des couches spéciales toujours inférieures dans le bassin parisien : ce sont les couches connues sous le nom de calcaire à spatangues. Dans le bassin méditerranéen, c'est encore la même couche, ou bien ces parties inférieures, diversement colorées, sont caractérisées par l'*Ostrea Couloni*, les *Ammonites radiatus*, *Leopoldinus*, *Astierianus*, le *Crioceras Duvalii*, etc., etc. Nous y reconnaissons 570 espèces propres.

§ 2200. La série supérieure, à laquelle on pourrait donner le nom d'*Urgonien*, Orgon (Bouches-du-Rhône) en offrant le plus beau type, est représentée dans le bassin parisien par l'*argile ostréenne* de M. Cornuel, à Vassy (Haute-Marne), dans l'Aube et l'Yonne. Elle

a des caractères bien plus marqués dans le bassin méditerranéen. Au facies sous-marin de cette série de couches correspond, dans ce bassin, l'horizon si remarquable des *Requienia ammonia* et *Lonsdalii* et des *Radiolites*, qui forme notre première zone de Rudistes. Cette série de couches, qui, à Orgon, montre près de 1,000 mètres de puissance, se présente encore dans la chaine du Lubron et du Ventoux, entre Salon et Martigues, entre Martigues et Marseille, entre Marseille et Cassis (Bouches-du-Rhône) ; à la Fontaine de Vaucluse (Vaucluse), entre Clujes et le Beausset (Var) (*voy.* étage 17, *fig.* 499) ; à la côte de Châtillon, à Maillat, à Cessiat, à Joux, à Bellegarde, près de Nantua, à la perte du Rhône (Ain) ; près d'Annecy, aux environs de Chambéry, au mont du Chat (Savoie) ; dans le Jura, à Plénisette et à Belle-Cul ; dans les Alpes, entre les lacs de Lucerne et de Thun, à Sentis, dans le canton d'Uri, etc. Au facies côtier rempli de corps flottants, appartiennent ces couches chloritées supérieures, si remplies de Céphalopodes, qu'on rencontre au ravin de Saint-Martin, près d'Escragnolles, à Gréolières (Var) ; les calcaires argileux de Blieux, de Blaron, de Vergons, de Barrême, de Chardavon, d'Angles, de Robion, de Chamateuil, d'Audon, d'Aiglun (Basses-Alpes), etc., toujours caractérisés par un grand nombre d'espèces de Céphalopodes spéciaux, tels que les *Belemnites Minaret*. *Grasianus ;* les *Ammonites ligatus, recticostatus, Honoratianus, Cassideus, Dumasianus, lepidus, Heliacus, galeatus ;* le *Scaphites Ivani*, l'*Ancyloceras Emerici* et *Puzosianus*, etc. (*Voyez* la liste complète dans le *Prodrome de Paléontologie stratigraphique.*) Nous connaissons maintenant 230 espèces spéciales à cette partie supérieure.

## 18e Étage : APTIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Vermetus* et *Decameros.*

*Règne* des genres *Conoteuthis, Thetis* et *Tetracœnia.*

*Zone* du *Nautilus plicatus*, de l'*Ammonites fissicostatus*, des *Ancyloceras Matheronianus* et *simplex*, de la *Lucina sculpta*, du *Plicatula placunea*, et de l'*Ostrea aquila.*

§ 2201. **Dérivé du nom.** Distingué, pour la première fois, sous le nom de *speeton-clay*, par M. Phillips ; confondu ensuite sous le nom de *grès vert inférieur* par les géologues anglais, cet étage a été nettement distingué par M. Cornuel, sous le nom d'*argiles à plicatules*. En le généralisant, et réunissant dans le même horizon les argiles noires des environs d'Apt, et du département des Basses-Alpes, nous l'avons d'abord considéré, d'après sa position stratigraphique, comme l'étage *néocomien supérieur ;* mais, plus tard, en le trouvant partout distinct des couches néocomiennes proprement dites, nous avons proposé le nom d'*étage*

*aptien* que nous lui conservons aujourd'hui, les environs d'Apt (*Apta Julia*), dans le département de Vaucluse, montrant, en effet, le plus grand et le plus beau type de l'étage.

§ 2202. **Synonymie d'après ses dérivés.** Suivant la superposition, c'est d'abord, en 1841, notre *néocomien supérieur*, et, en 1843, notre *étage aptien*.

*Suivant les fossiles*, c'est l'*argile à plicatules* de M. Cornuel.

*Suivant la composition minéralogique*, c'est le *speeton-clay* de M. Phillips (Yorkshire); partie des *argiles tégulines* de M. Leymerie; le *lower-green-sand* (partie supérieure seulement) de M. Fitton; le *terrain néocomien* (partie à Cassis) de M. Mathéron; les *grès* et *sables piquetés*, les *argiles roses* et *marbrées*, le *fer oolithique* et les *argiles à plicatules*, de M. Cornuel.

*Type français*, à Gargas, près d'Apt (Vaucluse); à la Grange-au-Ru, près de Vassy (Haute-Marne); à Gurgy (Yonne); à Hiéges, à Saint-André-de-Méouille (Basses-Alpes). Type anglais à Speeton (Yorkshire), île de Wight (couches supérieures).

§ 2202 *bis*. **Extension géographique** (*voyez* étage 18 de notre carte, *fig*. 482). L'étage aptien est presque aussi développé que l'étage néocomien, puisqu'on le trouve sur une partie de l'Europe, et sur le continent américain. Nous allons, du reste, pour le prouver, citer les principaux points où il est le mieux caractérisé.

Parcourons d'abord, en France, le pourtour du bassin anglo-parisien. Là il forme partout, sur l'étage néocomien, une bande non interrompue, depuis le département de la Meuse jusqu'au département de l'Yonne. On le voit dans la Haute-Marne, à Combles, à Narcy, près de Saint-Dizier, près d'Halichamp, de Louremont, de Loppremont, de Buisson, à la Grange-au-Ru, près du Pont-Varin, commune de Vassy, à Bailly-aux-Forges; dans l'Aube, aux tuileries de Saint-Blaise, de Villeneuve, de la Chapelle-Mérigny, près de Vendeuvre, entre Chessy et Maizières, aux Croûtes. Dans l'Yonne, on le trouve sur beaucoup de points, mais principalement à Gurgy, où il a été si bien étudié par M. Ricordeau, et près d'Auxerre, à Villeneuve, à Saint-Salve, à Héry, à Penigny, à Escamps. Dans le pays de Bray, l'étage aptien se montre, presque partout, sur l'étage néocomien dans les communes de Sanson, de Couvalle, de Savignies, et de la Chapelle-aux-Pots, de Saint-Paul.

En Angleterre, l'étage aptien n'est pas moins marqué. A l'île de Wight, il forme toutes les couches de grès fin argileux que M. Fitton a placées sous le nom de *lower-green-sand* avec les couches inférieures verdâtres qui, pour nous, sont néocomiennes. Nous devons encore, d'après les fossiles, *y réunir le speeton-clay* du Yorkshire, de M. Phillips, et les couches de

Perthouse, de Sandgate, de Lympne, où se trouvent nos espèces aptiennes de France. Ainsi l'étage se montrerait parallèlement et sur l'étage néocomien, sur presque toute l'étendue de l'Angleterre, sur une ligne N. N. E. et S. S. O., de la Manche jusqu'au Yorkshire.

Le bassin méditerranéen le montre sur de vastes surfaces. On le voit dans l'Ardèche, au Bourg-Saint-Andéol ; dans le Gard, à Jargues, près de Sommières, à Montaren, à Montalaverne-sur Sussan, près d'Uzès, dans le département de Vaucluse, à Gigondas, à Vaison, à Gargas et au Chêne, près d'Apt ; dans les Bouches-du-Rhône, depuis Cassis jusqu'à la Bedoule, et probablement jusque près de Clujes. Sur le versant occidental des Alpes, l'étage, qui manque entièrement à Escragnolles, prend un vaste développement dans les Basses-Alpes, où l'on peut le suivre sans interruption, sur de vastes étendues, à Blieux, à Senez, à Barrême, à Gévaudan, à Mouriés, à Hiéges, à Saint-André-de-Méouille, à Vergons, près d'Anot, à la Chapelle-Saint-Pont, etc., etc., jusque dans les Hautes-Alpes, à Rozan, au sud-ouest de Gap, et même à Claix, près de Grenoble (Isère). On en reconnaît encore des traces dans l'Ain, à la perte du Rhône.

D'après des fossiles identiques à ceux de Provence, rapportés du Port-Famine, dans le détroit de Magellan (Amérique méridionale) par MM. le Guilloux et Hombron, nous y avons reconnu un lambeau bien caractérisé de notre étage aptien.

§ 2203. **Stratification** (*voyez* étage 18 de nos coupes, *fig.* 393, 416 et 499). Presque partout où nous avons signalé, en France et en Angle-

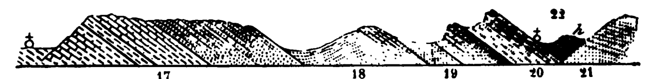



*Fig.* 499. Coupe prise entre Clujes et le Beausset (Var).

terre, l'étage aptien, il repose en couches concordantes sur l'étage néocomien. C'est ainsi que nous le trouvons autour du bassin parisien, dans les départements de la Haute-Marne, de l'Aube, de l'Yonne, dans le pays de Bray, et en Angleterre. Dans le bassin méditerranéen, il en est de même dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, et des Hautes et Basses-Alpes. Il ne peut donc y avoir aucun doute pour personne qu'il ne succède régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage néocomien, qu'il recouvre partout, sans intermédiaire, et dont il suit souvent les allures.

§ 2204. **Discordances.** Pour limites stratigraphiques inférieures, l'étage aptien se distingue de l'étage néocomien par toutes les limites indiquées à l'étage précédent (§ 2172). Les limites stratigraphiques supé-

rieures, avec l'étage albien, sont marquées par des discordances d'isolement. Nous regardons comme telles, le manque, sur l'étage aptien, de l'étage albien qui le recouvre partout où la série est complète dans l'ensemble ; ou le manque de l'étage aptien sous l'étage albien : deux circonstances qui ne peuvent avoir lieu sans qu'un mouvement géologique se soit effectué entre les deux, comme nous l'avons déjà fait ressortir plusieurs fois. Nous avons reconnu l'étage qui nous occupe, sans l'étage albien, sur des surfaces considérables : au bassin méditerranéen : dans l'Ardèche, dans le Gard ; dans le département de Vaucluse, à Gargas, près d'Apt ; dans les Bouches-du-Rhône, à Cassis, à la Bedoule ; dans les Basses-Alpes, à Blieux, à Saint-André-de-Méouille, à Vergons, à Barrême (*fig.* 416), à Gévaudan, à Hiéges ; et dans les Hautes-Alpes, à Rozan. Ainsi depuis Castellanne jusqu'à Gap, on ne trouve nulle part l'étage albien sur l'étage aptien, qui y serait isolé sur toute cette ligne, comme sur les autres points cités. Il paraît en être de même au Port-Famine, dans le détroit de Magellan.

D'un autre côté, les points où l'on rencontre l'étage albien sans l'étage aptien ne sont pas moins nombreux. Nous avons reconnu ce fait dans le bassin parisien, dans tout le Boulonais, à Wissant, à Saint-Pot (Pas-de-Calais) ; dans l'Aisne, à Aubenton ; dans les Ardennes, à Novion, à Macheroménil, à Saulce-aux-Bois ; dans la Meuse, à Varennes, à Fléville, à Montblainville, à Marcq, où l'étage albien repose directement sur les terrains jurassiques. La même discordance d'isolement se montre dans le bassin méditerranéen, dans les Pyrénées-Orientales, à Saint-Paul-de-Fenouillet, et surtout dans le Var, à Caussols, à Saint-Pont, à Collette-de-Clar, près d'Escragnolles (*fig.* 478), où l'on voit, aussi clairement que possible, les dernières couches albiennes reposer immédiatement sur les dernières couches polies, ferrugineuses, de l'étage néocomien. Il y aurait donc eu certainement, sur ces points, des changements de niveau opérés entre les étages aptien et albien, ou, tout au moins, de vastes dénudations qui auraient enlevé l'étage aptien avant les premiers dépôts albiens : mouvements qui correspondent à une discordance ; car ils résultent d'une dislocation géologique, et du mouvement des eaux. A nos yeux ces discordances, en rapport avec les limites des faunes, suffisent pour séparer nettement l'un de l'autre les deux étages.

§ 2205. **Déductions tirées de la position des couches.** La position concordante de l'étage à l'est du bassin anglo-parisien en France et en Angleterre porterait à croire, comme nous l'avons dit pour l'étage néocomien (§ 2174), que, depuis la Haute-Marne jusqu'à l'Yonne, l'étage aptien forme un lambeau encore intact de l'ancien littoral des mers de cette époque, plongeant légèrement vers le centre du bassin. Le lam-

beau du pays de Bray a été disloqué, en même temps que les étages sous-jacents. Tous les points du bassin méditerranéen où les couches ont été disloquées, l'ont encore été avec l'étage néocomien ou les terrains jurassiques (*fig.* 416, 499).

§ 2206. **Composition minéralogique.** L'étage aptien, sur les différents points où il se montre, présente souvent les mêmes formes minéralogiques. Par exemple, à l'est du bassin parisien, dans les départements de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne, on le voit, sous la forme d'argiles grises exploitées pour la fabrication des tuiles, ou bien, comme aux Croûtes et aux environs d'Auxerre, passer à des calcaires marneux gris ou jaunâtres, pétris de fossiles. A la Bedoule, près de Cassis, ce sont des calcaires argileux, bleuâtres, feuilletés, qui se délitent à l'air. A Gargas et dans les Basses et Hautes-Alpes, ce sont des argiles feuilletées, noires ou noirâtres. A côté de ces ressemblances purement dues au hasard, nous voyons, au contraire, le même étage, sous la forme de grès fins, gris, un peu argileux, à Atherfield (île de Wight), et sous la forme de grès ferrugineux, rougeâtres, dans certaines parties du pays de Bray. Au Port-Famine, dans le détroit de Magellan, c'est un grès noir, compacte, absolument semblable à la grauwaque des terrains paléozoïques. Ainsi, l'étage aptien, pas plus que les autres, n'offrirait de caractère minéralogique constant et applicable à des points éloignés les uns des autres.

§ 2207. **Puissance connue.** D'après nos propres observations, nous croyons pouvoir évaluer l'épaisseur des couches aptiennes dans les Basses-Alpes, et surtout à la Bedoule, à près de 200 mètres.

§ 2208. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Dans cet étage comme dans tous les autres, nous trouvons des dépôts faits en diverses circonstances.

*Points littoraux des mers.* Le grand nombre d'Ammonites et d'autres coquilles flottantes qu'on y rencontre nous porte à croire que les points suivants ont été déposés sur le littoral au niveau supérieur des marées: dans le bassin parisien, à Loppremont, à Bailly-aux-Forges, (Haute-Marne), à Villeneuve (Aube), à Gurgy (Yonne); dans le bassin méditerranéen, à Gargas (Vaucluse), à Cassis, à la Bedoule (Bouches-du-Rhône), à Blieux, à Saint-André-de-Méouille, à Vergons, à Barrême, à Gévaudan, à Hiéges (Basses-Alpes), à Rozan (Hautes-Alpes), etc.; en Angleterre, quelques couches de l'île de Wight; dans le Yorkshire, à Knapton, à Speeton. Sur la plupart de ces points, la nature argileuse des sédiments annonce qu'ils se sont faits pendant une période de repos.

§ 2209. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque de corps flottants, et, au contraire, la présence de nombreux Gastéropodes ou Lamellibranches, nous feraient supposer que les couches des points sui-

vants ont été déposées au niveau inférieur de la zone des marées, ou peu au-dessous : les argiles à huîtres de la Grange-au-Ru, de Combles (Haute-Marne), des Croûtes (Aube), de Saint-Paul (Oise), et quelques couches de l'île de Wight.

§ 2210. **Oscillations du sol.** Le fait seul de la conservation des points littoraux déposés au niveau supérieur des marées pourrait nous faire supposer qu'il existait des oscillations du sol durant la formation de l'étage aptien.

§ 2211. **Perturbation finale.** D'abord nous pourrions voir, dans les couches les plus inférieures de l'étage albien, telles que les grès des côtes noires de Wissant, d'Ervy et des autres points de l'Aube, qui ne contiennent pas de fossiles, des couches de nivellement déposées entre la fin de la période aptienne et le commencement de l'animalisation de l'étage albien, pendant cette période de mouvement que nous supposons avoir existé entre chaque étage et dont nous trouvons des traces si fréquentes.

§ 2212. **Caractères paléontologiques.** Dans son ensemble, la faune de l'étage aptien présente tous les caractères généraux de la faune de l'étage néocomien ; on voit que c'est la continuation des mêmes genres, à côté d'une disparité presque complète des espèces. Voici ses caractères différentiels.

§ 2213. **Caractères négatifs tirés des genres.** Outre les 20 genres que nous voyons naître et s'éteindre dans l'étage néocomien, sans passer à l'étage aptien, nous avons encore 14 genres qui s'éteignent dans l'étage néocomien et peuvent, dès lors, donner des caractères négatifs pour l'étage aptien ; en tout : 34 genres (§ 2189).

§ 2214. Les limites négatives que nous donnent les genres entre l'étage aptien et l'étage albien, qui se suivent dans l'ordre chronologique, sont composées de 16 genres qui manquent encore dans cet étage et ne paraissent que dans le suivant. Ils sont ainsi répartis dans les classes : parmi les Gastéropodes, les 2 genres de notre tableau n° 7 ; parmi les Lamellibranches, les 2 genres de notre tableau n° 8 ; parmi les Bryozoaires, les 3 genres de notre tableau n° 10 ; parmi les Échinodermes, les 6 genres de notre tableau n° 11 ; parmi les Foraminifères, les 2 genres de notre 14ᵉ tableau ; parmi les Amorphozoaires, 1 genre de notre 15ᵉ tableau. Nous aurions donc, dans l'état actuel de la science, 50 genres pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage aptien.

§ 2215. **Caractères positifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage aptien de l'étage néocomien, nous n'avons que les 5 genres suivants qui, inconnus à l'étage néocomien, paraissent, au moins aujourd'hui, être nés à l'étage aptien seulement. Parmi les Poissons, le genre *Macropoma ; parmi les* Céphalopodes, le genre *Conoteuthis ;* parmi les Gastéropodes,

le genre *Vermetus;* parmi les Échinodermes, le genre *Decameros;* parmi les Zoophytes, le genre *Tetracœnia*

§ 2216. Deux genres, nés et morts dans l'étage aptien, peuvent nous donner des caractères positifs, pour le distinguer de l'étage albien, où ils ne paraissent pas exister : parmi les Céphalopodes, le genre *Conoteuthis;* parmi les Zoophytes, le genre *Tetracœnia*. Ajoutons-y les genres *Toxoceras* et *Orbiculoidea*, qui disparaissent encore pour toujours dans cet étage, sans passer au suivant. Le mauvais état de conservation de beaucoup des corps organisés de cette époque est, sans doute, cause, autant que le manque de recherches spéciales, du petit nombre de genres caractéristiques; car la faune spécifique est parfaitement distincte.

§ 2217. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Les Animaux mollusques et rayonnés nous offrent seuls, sans les Animaux vertébrés, le nombre de 156 espèces, dont nous donnons dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 2, p. 112 et suivantes) les noms discutés, la synonymie et la localité (1). Sur ce nombre, si nous ôtons les 7 espèces mentionnées à l'étage néocomien, comme se trouvant aussi dans l'étage aptien (§ 2190), et le *Plicatula radiola*, que nous avons rencontré encore dans l'étage albien, nous aurons 148 espèces caractéristiques de cet étage, qui, sur tous les points connus, se retrouvent, chaque fois qu'on remarque le même facies de dépôt.

§ 2218. L'extension géographique que nous avons donnée à l'étage s'appuie sur les considérations stratigraphiques et l'identité, partout, de la même faune spéciale, comme on pourra s'en assurer en comparant les localités indiquées dans notre *Prodrome* aux espèces suivantes communes entre la France et l'Angleterre, entre les bassins parisien et méditerranéen, et entre l'étage aptien d'Europe et celui de l'Amérique méridionale. Ce sont, en même temps, les mieux caractérisées et les plus communes.

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Conoteuthis Dupinianus. | 1 |
| Rhynchoteuthis Astierianus. | 4 |
| Nautilus plicatus. | 5 |
| — Lallierianus. | 6 |
| Ammonites nisus. | 10 |
| Ammonites Martinii. | 12 |
| — Stobieckii. | 15 |
| — Cornuelianus. | 18 |
| — Royerianus. | 19 |
| — fissicostatus. | 24 |
| — Matheroni. | 25 |
| *Ancyloceras Matheronianus (2). | 41 |

(1) *Voyez* aussi les figures et les descriptions de toutes les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires de France, dans notre *Paléontologie française, terrains crétacés*.

(2) Les espèces marquées d'un astérisque se trouvent en France et au Port-Famine, dans le détroit de Magellan.

| | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Ancyloceras gigas. | 42 | Corbula striatula. | 104 |
| * — simplex. | 43 | — elegantula. | 105 |
| Cerithium Aptiense. | 75 | Lucina sculpta. | 111 |
| — Gargasense. | 77 | Arca Austeni. | 118 |
| Dentalium cylindricum. | 84 | Avicula subdepressa. | 126 |
| Pholadomya Cornueliana. | 90 | Gervillia linguloides. | 129 |
| Leda linguata. | 98 | Plicatula placunea. | 135 |
| Venus Roissyi. | 99 | Ostrea aquila. | 137 |
| Thetis lævigata. | 103 | Terebratella Astieriana. | 143 |

Voici quelques exemples de la faune aptienne (*fig*. 500 à 506).

§ 2219. **Chronologie historique.** Nous attribuons à une perturbation géologique (§ 2198) la fin de l'étage néocomien, marquée par l'anéantis-

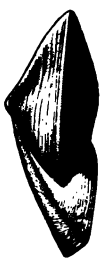
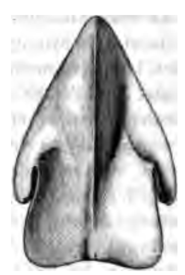




*Fig*. 500. Rhyncholeuthis Astieriana.



*Fig*. 501. Ancyloceras Matheronianus.

sement de 34 genres (§ 2189) et de 844 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés de cette époque (§ 2190). Ce n'est, probablement, que longtemps après que sont nés, avec l'animalisation de cette nouvelle époque, les 5 genres que nous voyons, pour la première fois, dans l'étage aptien, en *même temps* que les 148 espèces qui y sont caractéristiques.

§ 2210 Les mers (*voyez* étage 18 de notre carte, *fig.* 482) ont en tout des circonscriptions identiques à l'époque néocomienne (§ 2193), dans

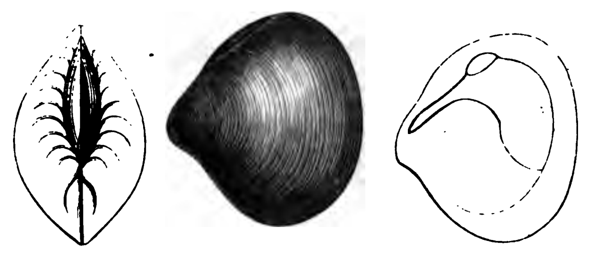


*Fig.* 502. Thetis lævigata.

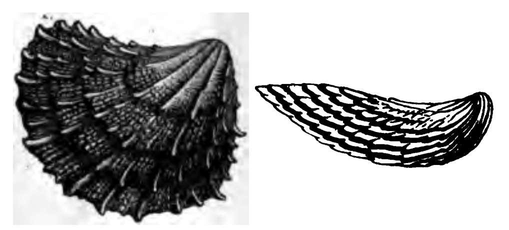
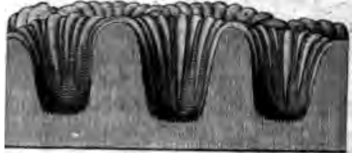


*Fig.* 503. Plicatula placunea.





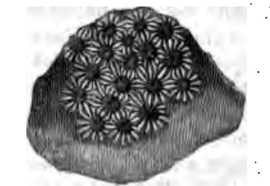


*Fig.* 506. Tetracœnia Dupiniana.

les bassins anglo-parisien et méditerranéen ; de même, la partie occidentale du bassin anglo-parisien, comprise entre les côtes du Calvados et

la Loire, n'ont pas reçu les mers aptiennes, pas plus que le bassin py-

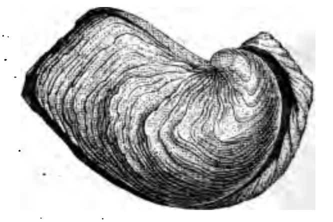



*Fig.* 504. Ostrea aquila.

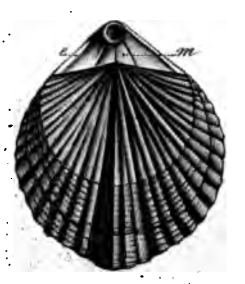





*Fig.* 505. Terebratella Astieriana.

rénéen. Le lambeau d'étage rencontré dans le détroit de Magellan annonce, par des fossiles identiques, une mer communiquant directement avec les mers aptiennes d'Europe.

§ 2221. Par la même raison les continents étaient les mêmes qu'à l'époque néocomienne. Le bassin méditerranéen montre encore, par le grand nombre de corps flottants, que les Alpes formaient une île depuis Castellanne jusqu'aux Hautes-Alpes (*voyez* notre carte *fig.* 482); que les autres limites restaient dans des conditions identiques. Le bassin anglo-parisien offre encore des limites analogues; il s'est accru de quelques atterrissements sur son littoral oriental, en France et en Angleterre. Le manque complet de cet étage dans le bassin pyrénéen pourrait faire croire qu'il était encore hors des eaux pendant l'époque aptienne

Les mers, à l'exception de quelques genres de Poissons, de Mollusques et d'Animaux rayonnés, inconnus à l'étage néocomien, paraissent avoir eu leur faune, peu différente pour sa composition, également peuplée de nombreux et singuliers Céphalopodes, parmi lesquels nous signalerons le *Conoteuthis*, animal intermédiaire entre la Bélemnite et les Ommastrè-

phes et spécial à cet étage. Nous y voyons naître encore les Comatules du genre *Decameros* et les *Vermetus*.

§ 2222. Quant aux continents, les nombreux débris de bois qu'on rencontre dans les couches nous donnent la certitude qu'ils étaient peuplés de végétaux. Il y avait aussi des Plantes conifères; car nous avons communiqué à M. Brongniart un véritable *Pinus* très-remarquable par son cône long de 25 centimètres et large de 4, que M. Tombeck a rencontré dans le lit de la Marne, près de Saint-Dizier (Haute-Marne). Nous le nommons *Pinus elongatus*.

§ 2223. Les espèces identiques que nous voyons exister dans l'hémisphère sud, au détroit de Magellan et en France doivent faire croire qu'elles vivaient sur toute la surface comprise entre ces deux points. Dès lors, on doit supposer qu'elles habitaient la zone torride et les deux hémisphères jusqu'aux régions tempérées, ce qui annonce que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas.

§ 2224. C'est peut-être à cette époque que la partie sud de la Cordillère des Andes, dirigée du N. 30° O. au S. 30° E., et continuant notre *Système fuégien*, aura pris son relief; au moins croyons-nous que les dernières couches disloquées dépendent de l'étage aptien. Dès lors, avec les discordances (§ 2204) indiquées, nous aurions le moteur de la perturbation géologique qui a déterminé le mouvement dans les eaux, dont nous avons pour preuves les grès supérieurs (§ 2211) sans fossiles, l'anéantissement et les limites de la faune aptienne.

## 19e Étage : ALBIEN, d'Orb.

*Première apparition* des ordres des Foraminifères cyclostègues et agathistègues; des genres *Buccinum*, *Escharina*, *Hemiaster*, *Micraster*, *Galerites*, *Quinqueloculina*, *Orbitolina*, *Coscinopora*, etc.

*Règne* des genres *Turrilites*, *Helicoceras*, *Avellana*, *Echinopora*, *Discoidea*, *Hemidiadema*.

*Zone* des *Ammonites Delucii*, *mamillatus*; du *Solarium dentatum*, du *Pleurotomaria Gibbsii*, du *Cardita tenuicosta*, du *Trigonia aliformis*, du *Nucula pectinata*, de l'*Inoceramus sulcatus*.

§ 2225 **Dérivé du nom**. Cet étage a reçu bien des noms différents, suivant sa composition minéralogique, comme on peut s'en assurer en jetant les yeux sur sa synonymie. On conçoit que ces dénominations purement locales et contradictoires, suivant les lieux, ne pouvaient qu'entraver la science et empêcher de reconnaître les véritables horizons géologiques dans l'ensemble des couches. C'est pour obvier à ces inconvénients que nous avons, en 1842, proposé pour l'étage, le nom d'*Albien*, l'Aube (Alba) le traversant à Dienville, et le département de l'Aube en offrant d'ailleurs le plus beau développement.

§ 2226. **Synonymie.** Suivant la composition minéralogique, c'est le *Gault* de MM. de la Bêche, Sowerby, Fitton; le *Upper-green-sand* (partie) des Anglais; le *Grès vert supérieur* de quelques géologues français; la *Glauconie sableuse* et la *Glauconie crayeuse* de quelques points; le *Sable jaune*, le *Sable vert* et le *Gault*, de M. Cornuel. C'est pour la partie de l'Aisne seulement le *Système aachénien* de M. Damont (mais non les couches inférieures des environs d'Aix-la-Chapelle, qui nous paraissent sénoniennes, comme tout le reste des dépôts crétacés de cette contrée); c'est le *Galt-or*, le *Folkstone-Marl*, de M. Mantell (Sussex); partie du *Gault* (clair) de M. Mathéron; *Grès vert* de M. Beudant; *Argiles tégulines* (partie) de M. Leymerie.

*Type français*, à Wissant (Pas-de-Calais), à Novion (Ardennes), à Varennes (Meuse); à Géraudot, à Dienville (Aube); à Saint-Florentin (Yonne), à Escragnolles (Var), à la perte du Rhône (Ain). *Type anglais*, à Folkstone.

§ 2227. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 19 de notre carte, *fig.* 482.) Cet étage, comme le précédent, se trouve très-développé dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen de notre France, en Angleterre et en Piémont. Dans le bassin anglo-parisien, il montre plus d'extension que les deux étages que nous venons de décrire, et s'avance beaucoup plus au nord. En effet, nous en voyons un assez vaste lambeau à Wissant, à Saint-Pot (Pas-de-Calais); puis, après une assez grande interruption, on le retrouve au pourtour nord du bassin parisien, où il forme une ligne très-marquée. Les marnières de Cendrieux, de Beaumé, de Folie-Not, près d'Aubenton (Aisne), en dépendent, ainsi que la ligne non interrompue qui, dans les Ardennes, passe dans la direction de Novion, de Macheroménil, de Saulce-aux-Bois, de Fléville, de Grand-Pré; dans la Meuse, à Montfaucon, à Varennes, à Abaucourt, à Marcq à Montblainville, à Cheppy, à Vauquois; dans la Marne, à Sainte-Ménéhould, à la Vignette. On voit, ensuite, dans la Haute-Marne, la simple ligne se changer en une large bande qui suit N.-N.-E. et S.-S.-E., passe à Perthes, à Valcourt, à Moëlain, aux Côtes-Noires, à Droyes, à Moutiers-en-Der, à Cesson; se dirige dans l'Aube, à Épothemont, à Dienville, à Brevonne, à Maurepère, commune de Piney, à Géraudot, à Larrivour, près de Lusigny, à Courcelles, à Belle-Épine, à Ervy, à Racine, à Courtaoult; dans l'Yonne, aux Buissons, à Beugnon, à Soumaintrain, à Saint-Florentin, à Crécy, à Seignelay, à Gurgy, à Beaumont, à Héry et jusque sous les grès de Saint-Sauveur (1). L'étage forme donc une ceinture peu interrompue depuis l'Yonne jusqu'au département du Pas-de-Calais. Comme les autres étages crétacés, il se montre au pays de Bray, dans

(1) *Nous avons reconnu dans les argiles vertes les Ammonites mamillatus et Deluccii.*

les départements de l'Oise et de la Seine-Inférieure, principalement à Berneuil, à Sénéfontaine, à Frocourt, à Saint-Martin-du-Nœud, à Grumesnil.

Ce qui précède montre que l'étage albien manque encore au pourtour occidental du bassin et dans le bassin pyrénéen. Néanmoins, bien qu'il n'existe pas en couches au Havre (Seine-Inférieure) et à Tournay (Belgique), on trouve quelques restes organisés de cet étage, remaniés à l'état fossile dans les couches inférieures de l'étage cénomanien.

Il n'est pas moins bien développé en Angleterre qu'en France. D'après les belles recherches de MM Phillips et Fitton, on le voit partout à l'est des autres étages crétacés, d'abord, sur une bande qui se continue du Dorsetshire, par le Wiltshire, le Buckinghamshire, le Bedfordshire, le Cambridgeshire, le Norfolk jusqu'au Yorkshire. Un lambeau se voit à l'île de Wight. Une autre bande est parallèle à l'étage aptien qui fait un cercle dans le Sussex, le Surrey et le Kent. Les plus belles localités sont Folkstone, Ringmer, Warminster, Dinton, Gatton, Merstham, Copt-point, Eastware-Bay, près d'Hythe. Parkham, Norlington.

Dans le bassin méditerranéen, cet étage n'est pas moins répandu, mais bien plus morcelé MM. Dufrenoy et Paillette en ont découvert un lambeau dans les Pyrénéess orientales entre Opoul et Rivesaltes et à Saint-Paul-de-Fenouillet. On le rencontre encore dans la Drôme, à Clansayes, à Venterol; dans les Bouches-du-Rhône, à la Gueule-d'Enfer, près de Martigues, dans le souterrain du chemin de fer, près de Marseille. Sur le versant occidental des Alpes, on en voit des lambeaux assez considérables dans le Var, à Collette de Clar, près d'Escragnolles, à Caussols, à la Doire, à Andon, à Aiglun, à Saint Pons; dans l'Isère, aux Ravix et à la Fauge, près de Villard-de-Lans. Le Jura français en offre aussi plusieurs. Le plus remarquable et le plus connu est à la perte du Rhône et à Vaudrey (Ain), et d'autres dans le Jura, à Charbonny, près de Nozeroy; dans le Doubs sur le Four, aux environs de Morteau, sur le Fond et à Bussey-lès-Gy.

En dehors des limites de la France, nous voyons l'étage albien s'étendre d'un côté, dans le comté de Nice, à Monte-Calvo, à Simbola, où il est assez développé, et de l'autre, dans la Savoie, à la montagne des Fis, à Faucigny, au Reposoir, au Saxonet, à Cluse, aux escaliers de Somnier, à Tanneverges, à Châtillon-de-Michaille, près de Bellegarde, au Plan-de-l'Échaud, près le Brison, etc , et en Suisse au lac du Bournet, à Sainte-Croix (canton de Vaud), où MM. Mauduy, Campiche et Kœchlin ont recueilli des fossiles que nous avons reconnu y appartenir, à Saint-Gall (Appenzell), à Almann. Il existe peut-être en Saxe à Koschitz. En résumé, l'étage albien formerait un horizon aussi étendu et aussi distinct que les étages inférieurs.

§ 2228. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 19 de nos coupes, *fig.* **393**, 478, 499.) Autour du bassin anglo-parisien l'étage repose en couches concordantes immédiatement sur l'étage aptien, dans la partie orientale, sur tous les points indiqués, depuis le département de la Haute-Marne, de l'Aube, jusque dans l'Yonne, dans une extension de 140 kilomètres environ. Une concordance identique existe dans le pays de Bray, et il paraît en être de même sur presque tous les points où se développe l'étage albien en Angleterre, comme à l'île de Wight, etc. Ces faits sont suffisants, nous le pensons, pour prouver que l'étage albien a succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage aptien.

§ 2229. **Discordances.** Les limites stratigraphiques inférieures de l'étage albien ont été définies à l'étage aptien (§ 2201), et nous y renvoyons. Nous allons maintenant nous occuper des limites supérieures. Les caractères stratigraphiques qui distinguent l'étage albien de l'étage cénomanien sont très-tranchés; ils dépendent de nombreuses discordances d'isolement, et de discordances d'érosion ou de dénudation. — Les discordances d'isolement sont marquées par le manque, sous l'étage cénomanien, de l'étage albien qu'il devrait partout recouvrir, s'il n'y avait pas eu, entre les deux, une perturbation géologique, puisqu'ils se suivent régulièrement sur tous les points où les étages sont dans leur succession normale. Nous trouvons que l'étage albien manque sous l'étage cénomanien, dans le bassin parisien, d'abord sur toute la région occidentale comprise entre le Havre, Honfleur (voyez *fig.* 428), sur la côte de Normandie, en passant par l'Orne, la Sarthe, la Loire-Inférieure, le Maine-et-Loire, les Deux-Sèvres, l'Indre-et-Loire et la Vienne, où l'étage cénomanien repose partout directement sur les terrains jurassiques, comme nous avons pu nous en assurer sur des centaines de points différents, et sur une extension qui a plus de 40 myriamètres. Nous trouvons également l'étage cénomanien superposé aux terrains jurassiques sur tous les points de la région nord du bassin pyrénéen, dans les départements de la Loire-Inférieure, de la Vendée, de la Charente-Inférieure (*fig.* 424), de la Charente, de la Dordogne et du Lot, ou sur une surface immense qui paraît s'étendre de l'autre côté, dans la chaîne même des Pyrénées et en Espagne, comme nous l'ont démontré les importantes recherches de notre savant ami M de Verneuil. Nous le retrouvons à la Malle (Var), dans le bassin méditerranéen (*fig.* 433). Nous devons naturellement conclure que les deux étages sont distincts, puisqu'ils n'ont pas subi les mêmes perturbations géologiques; du reste, ils contiennent, chacun en particulier, une faune spéciale. Ainsi l'étude stratigraphique et paléontologique sont ici, comme partout ailleurs, dans un rapport parfait de résultats généraux.

*§ 2230. Nous* trouvons des discordances de dénudations très-marquées

dans cet étage. Nous pouvons même dire qu'à l'exception du pays de Bray et de la partie orientale du bassin parisien, comprise entre la Haute-Marne et l'Yonne, où les couches sont intactes, toutes les couches de l'étage albien ont subi un effet de remaniement, à l'état fossile, à la fin de cette période, et avant les premiers dépôts cénomaniens. Nous trouvons, en effet, des traces de remaniement dans le bassin parisien, à Wissant (Pas-de-Calais), dans l'Aisne, les Ardennes, la Meuse, la Marne, autour du bassin méditerranéen, dans la Drôme, le Var, l'Ain, le Jura et le Doubs. A ces signes certains d'un grand mouvement des eaux, dont nous reparlerons plus loin, on doit voir des limites bien tranchées entre ces deux étages, car elles ne peuvent venir que d'une perturbation géologique générale entre les deux.

§ 2231. **Déductions tirées de la position des couches.** Nous avons dit que depuis le département de la Haute-Marne (étage 19, *fig.* 393) jusqu'à l'Yonne, sur 140 kilomètres d'extension, on trouvait l'étage albien formé de couches régulières légèrement inclinées vers le centre du bassin ; c'est là que nous trouvons un lambeau encore intact de l'ancien littoral de la mer albienne, tel qu'il s'est formé pendant toute cette période géologique. En effet, les couches sont prononcées, les unes plus dures que les autres, renfermant également, par lits, des fossiles de tous genres, et surtout des coquilles flottantes en assez grand nombre pour faire croire à une ligne littorale tranquille, au niveau des marées, où les différents corps étaient jetés, suivant les vents, comme ils le sont aujourd'hui dans les golfes tranquilles. Il est curieux de voir, sur cette même partie du bassin parisien, encore intacte, se succéder, en dedans les unes des autres, les côtes de tous les étages jurassiques et crétacés, sans qu'ils aient été anéantis par les révolutions géologiques postérieures. — Le lambeau du pays de Bray, tout en montrant des couches légèrement disloquées en même temps que les étages inférieurs, n'a souffert aucun remaniement. Sur tous les points du bassin méditerranéen, l'étage a subi les mêmes dislocations que les étages aptien et néocomien sur lesquels il repose.

§ 2232. **Composition minéralogique.** L'étage se montre sous plusieurs formes minéralogiques distinctes, parmi lesquelles deux dominent : les grès verdâtres, et les argiles noirâtres ou grises. Les grès à grains quartzeux se trouvent aux parties inférieures à Wissant (Pas-de-Calais), aux Côtes-Noires (Haute-Marne) et dans l'Aube, ou bien alternent, sur quelques points, dans le dernier département. Des grès seulement ou des argiles remplis de gros fragments de roches pétris de fossiles remaniés par lits (§ 179) se voient dans les Ardennes et la Meuse ; des grès mélangés de calcaire et remplis de grains chloriteux se montrent à la perte du Rhône. Dans la Savoie ce sont des grès noi-

râtres ; à Clansayes (Drôme), à Mont-de-Lans (Isère), des grès verdâtres, jaunes ou même rougeâtres. La forme argileuse, qui a valu à l'étage le nom de Gault, n'est pas moins commune : à Wissant, elle est noirâtre, pétrie de fossiles remaniés en rognons, et recouvre les grès. Aux Côtes-Noires, dans la Haute-Marne, et dans l'Aube, elle est aussi supérieure aux grès ou alterne avec eux sur d'autres points. A la Gueule d'Enfer, près de Martigues et à Marseille, elle compose encore, en entier, l'étage albien, ainsi qu'à Folkstone, en Angleterre, et à Sainte-Croix, canton de Vaud (Suisse). Indépendamment de ces deux formes minéralogiques dominantes, on en voit encore d'autres A Escragnolles (Var) et dans l'Oise, ce sont des craies chloritées très-prononcées, tandis qu'à Montblainville et sur d'autres points de la Meuse c'est une véritable craie tufau, qui contient, mélangés, des fossiles de l'étage albien et quelques autres de l'étage supérieur. En résumé, comme tous les autres, l'étage albien se montrerait sous toutes les formes minéralogiques distinctes, sans qu'on puisse en adopter une exclusive. Si, en effet, les grès se trouvent inférieurs sur quelques points, s'ils alternent, sur d'autres, avec les argiles, ils sont seuls ailleurs, ainsi que les argiles ; tandis que ces deux formes principales disparaissent entièrement sur quelques points, où elles sont remplacées par des roches de toute autre nature.

§ 2233. **Puissance connue.** Dans les parties où l'étage est en place, soit dans la Haute-Marne, soit dans l'Aube, soit enfin à Saint-Florentin (Yonne), nous trouvons une épaisseur variable de 25 à 40 mètres, tant en grès qu'en argile. En Angleterre, on lui reconnaît jusqu'à 46 mètres de puissance.

§ 2234. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Cet étage nous offre des résultats très-curieux pour l'étude des sédiments qui le composent sur tous les points.

*Points littoraux des mers.* Si nous cherchons les anciens rivages de la mer albienne, les parties déposées au niveau supérieur des marées, nous les trouvons tout autour du bassin parisien et méditerranéen, marqués par le grand nombre de coquilles flottantes, Nautiles et Ammonites, etc., et les bois fossiles qu'elles renferment. Nous trouvons ces dépôts dans le bassin parisien, à Wissant, à Saint-Pot (Pas-de-Calais); à Aubenton (Aisne); à Novion, à Macheroménil, à Saulce-aux-Bois (Ardennes); à Varennes (Meuse) ; à Valcourt, à Droyes, à Moëlain (Haute-Marne); à Géraudot, à Belle-Épine, à Dienville, à Racine, à Épothemont (Aube); aux Buissons, près de Saint-Florentin, à Seignelay (Yonne); à Berneuil (Oise); en Angleterre, à Folkstone, à Warminster, etc., etc Dans le bassin méditerranéen, à Clansayes (Drôme); à Saint-Paul-de-Fenouillet (Pyrénées-*Orientales)*; à Marseille, à Escragnolles, à Caussols, à Saint-Pons, à

Andon, à Aiglun (Var) ; à Villard-de-Lans (Isère) ; à la porte du Rhône (Ain); à Charbonny, près de Nozeroy (Jura); près de Morteau (Doubs); sur une infinité de points de la Savoie, à Cluse, au Reposoir, à Faucigny, à Châtillon-de-Michaille, près de Bellegarde; dans le canton de Vaud, à Sainte-Croix.

§ 2235. **Points sous-marins**. Nous ne pouvons citer sous ce rapport que Grand-Pré et Saint-Loup (Ardennes), où le grand nombre de Bryozoaires et de Brachiopodes joint au manque de coquilles flottantes devraient faire supposer des dépôts sous-marins peut-être assez profonds. A Lavignette et à Sainte-Ménéhould (Marne), où M. Dutemple a rencontré seulement des Lamellibranches et des Gastéropodes, on pourrait y voir un dépôt fait plus près du littoral

§ 2236. **Oscillations du sol**. Nous n'en trouvons de traces que par la conservation, sur tous les points, des dépôts littoraux faits au niveau supérieur des marées, évidemment recouverts ou alternant avec des couches sans fossiles flottants, sans doute déposés un peu en dessous du balancement des marées.

§ 2237. **Perturbation finale**. Nous croyons trouver dans le grand nombre de points où les fossiles de l'étage albien ont été remaniés à l'état fossile, les dernières traces du mouvement des eaux (§ 579) qui s'est fait sentir entre la fin de l'étage albien et le commencement de l'étage cénomanien. Entrons dans quelques détails à cet égard. Nous avons déjà dit que les étages néocomien, aptien et albien n'ont pas de représentants dans tout le bassin pyrénéen et sur tous les points du massif breton, depuis la Loire jusqu'aux côtes du Calvados. Les mers crétacées ont donc dû, sur ces vastes points, être bornées par la surélévation des terrains jurassiques ; mais comme on trouve, sur tous ces points, au contraire, des dépôts de l'étage cénomanien, on doit naturellement en conclure que l'étage albien a été interrompu par un affaissement considérable de tout le massif breton et du bassin pyrénéen tout entier, qui a permis aux mers cénomaniennes de les envahir ; dislocation à laquelle nous attribuons le morcellement et le remaniement presque général des couches de l'étage albien sur presque tous les points où nous les connaissons.

Citons d'abord les points où l'on trouve ces parties remaniées. Dans les Ardennes et la Meuse ces remaniements se voient partout : à Macheroménil, on trouve à la partie inférieure une couche épaisse de calcaire corallien exploitée, dont la partie supérieure est corrodée et percée d'anciens trous de Pholades. On remarque au-dessus l'étage albien, composé de grès quartzeux verdâtres, et des argiles remplies par lits horizontaux de fragments noirâtres durs, souvent réduits à un simple moule noir de coquille remanié dans des couches vertes. La même

chose se remarque à Saulce-aux-Bois (1), où les fossiles remaniés offrent une disparité complète de nature avec la roche enveloppante Les couches albiennes de toute la Savoie sont dans le même cas, ainsi que Wissant (Pas-de-Calais), que la perte du Rhône (Ain), que Clansayes (Drôme), que Clar, près d'Escragnolles (Var), que la Vignette (Marne), etc., etc. Sur tous ces points, les fossiles remaniés sont composés de morceaux anguleux, de roches fossilifères et de fossiles détachés formés de matière différente de la masse, soit chloritée, soit grésiforme, qui les renferme. On doit croire, dès lors, qu'ils se sont trouvés sur tous les points dans les mêmes circonstances géologiques ; qu'à l'exception du lambeau cité (§ 2231) l'étage a partout souffert de nombreux morcellements. Les coquilles qu'il renferme sont, le plus souvent, remaniées, et paraissent dépendre de couches détruites, dont les restes plus durs ont été charriés ou déposés sur les lieux par lits dans les couches formées des matériaux divers qu'a mis en mouvement une perturbation géologique. Nous avons dit que le pourtour du massif breton et le bassin pyrénéen n'ont, en rien, participé aux dépôts de l'étage albien, et qu'ils ont nécessairement dû s'affaisser, par suite d'une dislocation géologique à la fin de l'étage albien, pour que les premiers dépôts de l'étage cénomanien s'y soient déposés partout sur ces vastes surfaces. Nous aurions donc d'un côté, par l'étude des faunes stratigraphiques, par la discordance des étages et par les déductions qu'on peut tirer de la nature des sédiments et des fossiles, la triple preuve qu'une grande dislocation d'affaissement s'est prononcée dans tout le bassin pyrénéen de l'Espagne aux côtes de la Charente-Inférieure et sur tout le massif breton : dislocation considérable, dont les effets ont été marqués par les nombreuses dénudations et le remaniement des fossiles dans le bassin parisien et méditerranéen, jusqu'à plus de 200 lieues de distance. Ici se corroboreraient deux grands faits : la dislocation, et l'effet de cette dislocation qui a déterminé la fin de l'étage albien.

§ 2238. Nous croyons que le mélange de quelques espèces de cet étage aux espèces de l'étage suivant, au Havre, à Cassis, au-dessous du Château (Bouches-du-Rhône), n'est que le produit du mélange par suite de remaniements à l'état fossile des débris de cette faune avec celle de l'étage cénomanien, comme on peut s'en assurer par la forme des fragments anguleux. Le mélange à la Fauge, près de Villard-de-Lans, et à Montblainville, parait s'être opéré les coquilles n'étant pas encore fossiles (1607).

§ 2239. **Caractères paléontologiques.** La faune de l'étage albien commence à changer d'aspect ; elle se rapproche bien encore de la

(1) *Voyez* notre mémoire spécial, *Bulletin de la Soc. Géol.*, 1843, p. 537.

faune de l'étage néocomien, mais déjà un grand nombre de genres y manquent ; d'autres ne montrent plus que quelques espèces isolées, et un assez grand nombre de formes nouvelles viennent la compliquer. Les Ammonites, qui dominent, ont la partie externe en quille tranchante, ou les côtes interrompues sur le milieu du dos. Les caractères différentiels de la faune sont les suivants.

§ 2240. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage albien de l'étage aptien, outre les 2 genres nés et morts dans ce dernier (§ 2216), nous avons encore les 2 genres suivants, qui s'éteignent encore dans l'étage aptien, sans passer à celui-ci. Parmi les Céphalopodes, le genre *Toxoceras* ; parmi les Brachiopodes, le genre *Orbiculoidea*.

§ 2241. Les limites négatives supérieures que nous avons entre l'étage albien et l'étage cénomanien sont marquées par 56 genres qui, encore inconnus dans la période albienne, commencent à se montrer dans la période cénomanienne seulement. Ces genres sont ainsi répartis, dans les séries animales : parmi les Reptiles, 1 genre de notre 3e tableau ; parmi les Poissons, 2 genres ; parmi les Céphalopodes, 1 genre de notre tableau no 6 ; parmi les Gastéropodes, les 5 genres de notre 7e tableau ; parmi les Lamellibranches, les 4 genres de notre 8e tableau ; parmi les Brachiopodes, 1 genre de notre tableau no 9 ; parmi les Bryozoaires, les 9 genres de notre 10e tableau ; parmi les Échinodermes, les 5 genres de nos tableaux 11e et 12e ; parmi les Zoophytes, les 15 genres de notre 13e tableau ; parmi les Foraminifères, les 7 genres de notre 14e tableau ; parmi les Amorphozoaires, les 5 genres de notre tableau no 15. Nous aurions, dès lors, 60 genres pouvant donner des limites stratigraphiques négatives.

§ 2242. **Caractères positifs tirés des genres.** Les genres qui, inconnus aux étages inférieurs, naissent avec l'étage albien pourront donner des caractères positifs, pour le distinguer des époques antérieures. Ces genres, au nombre de 17, sont ainsi distribués : parmi les Poissons, le genre *Oxyrhina* ; parmi les Crustacés, les genres *Arcania* et *Coristes* ; parmi les Gastéropodes, les genres *Buccinum* et *Bellerophina* ; parmi les Lamellibranches, les genres *Solen* et *Saxicava* ; parmi les Bryozoaires, le genre *Echinopora* ; parmi les Échinodermes, les genres *Hemiaster*, *Micraster*, *Catopygus*, *Galerites*, *Discoidea* et *Hemidiadema* ; parmi les Foraminifères, les genres *Quinqueloculina* et *Orbitolina* ; parmi les Amorphozoaires, le genre *Coscinopora*.

§ 2243. De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage qui nous occupe peuvent donner des caractères positifs pour le distinguer de l'époque cénomanienne, où ils ne remontent pas. Ces genres sont au nombre de 3 : parmi les Gastéropodes, le genre *Bellerophina* ;

parmi les Bryozoaires, le genre *Echinopora*; parmi les **Échinodermes**, le genre *Hemidiadema*. Nous y joindrons les genres *Crioceras*, *Toxaster*, *Amblocyathus*, également éteints dans cet étage.

§ 2244. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter les Animaux vertébrés et articulés, nous connaissons, en Animaux mollusques et rayonnés, seulement 410 espèces, qu'on trouvera dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 122 et suivantes) avec leurs noms discutés, leur synonymie et leurs localités (1). Sur ce nombre, 1 s'est rencontrée dans l'étage aptien (§ 2217) et 7 ont été recueillies dans l'étage cénomanien, où elles ont été certainement transportées à l'état frais (§ 1607) ou à l'état fossile (§ 2238).

| | |
|---|---|
| Ammonites Mayorianus, d'Orbigny. | A. latidorsatus, Michelin. |
| A. inflatus, Sow. | Turrilites Bergeri, Brong. |
| A. auritus, Sow. | Arca carinata, Sow. |
| | Ostrea canaliculata, d'Orb. |

Il reste 402 espèces comme caractéristiques de la faune de l'étage albien, pouvant en faire reconnaître les différents facies sous toutes ses formes minéralogiques actuelles.

§ 2245 Pour appuyer l'extension géographique, en rapport avec la stratification que nous avons indiquée, il nous suffit de donner ici la liste des espèces les plus communes et les mieux caractérisées qu'on rencontre sur tous les points, aussi bien en Provence que dans le bassin parisien et en Angleterre. En recourant au *Prodrome*, on s'assurera que ces points offrent, en effet, partout, une faune identique bien distincte des faunes des étages supérieurs et inférieurs.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Nautilus Clementinus. | 3 | Hamites attenuatus. | 72 |
| Ammonites Delucii | 10 | Turrilites catenatus. | 88 |
| — splendens (2). | 11 | Scalaria Clementina. | 112 |
| — regularis | 20 | Avellana inflata. | 123 |
| — mammillatus. | 23 | Natica gaultina. | 131 |
| — Lyelli. | 24 | Trochus conoideus. | 137 |
| — Milletianus. | 27 | Solarium dentatum. | 141 |
| — Beudanti. | 33 | Pleurotomaria Gibsii. | 161 |
| — varicosus. | 41 | Rostellaria carinata. | 169 |
| | | — costata. | 173 |

(1) *Voyez* pour les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires, notre *Paléontologie française, terrains crétacés,* où toutes les espèces de France sont décrites et figurées.

(2) A Wissant et dans les Ardennes, on trouve toutes les espèces d'*Ammonites* avec leur nacre brillante.

| Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. | |
|---|---|---|---|
| Dentalium decussatum. | 201 | Ostrea Arduennensis. | 282 |
| Leda subrecurva. | 222 | Terebratula Dutempleana. | 295 |
| Thetis minor. | 226 | ÉCHINODERMES. | |
| Cardita tenuicosta. | 235 | Holaster lævis. | 307 |
| Trigonia aliformis. | 240 | Discoidea rotula. | 322 |
| Nucula pectinata. | 255 | Diadema Brongniartii. | 328 |
| Arca fibrosa. | 260 | POLYPIERS. | |
| Inoceramus sulcatus. | 273 | Aplocyathus conulus. | 336 |

Nous donnons ici les figures de quelques-unes des espèces caractéristiques de cet étage (*fig.* 507 à 514).

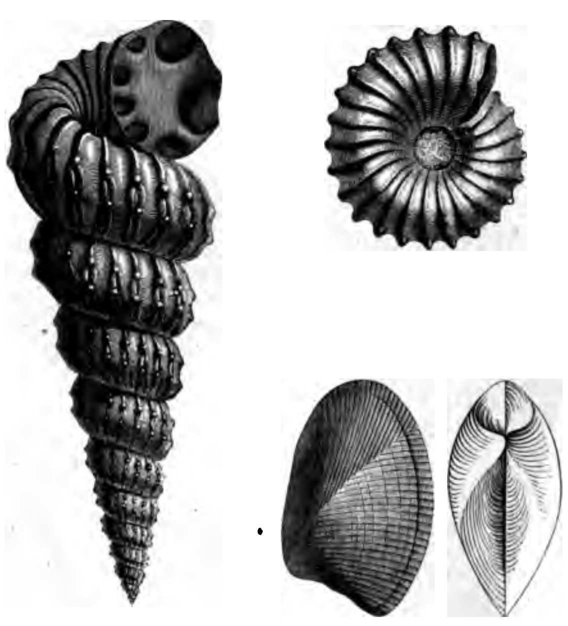


*Fig.* 507. Turrilites catenatus. *Fig.* 509. Nucula bivirgata.

§ 2246. **Chronologie historique**. La perturbation finale de l'étage aptien (§ 2224) a détruit les 4 genres que nous voyons cesser d'exister avec cette époque, en même temps que les 155 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés de cet étage (§ 2217). Lorsque le repos a

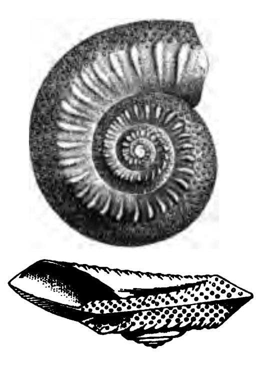


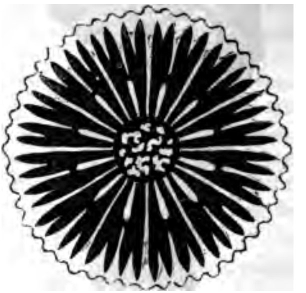
*Fig.* 508. Solarium ornatum.



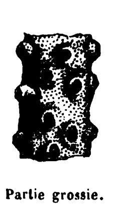
*Fig.* 510. Moule intérieur de l'Arca fibrosa.



*Fig.* 511. Cyathina Bowerbankii.



Calice.



Partie grossie.



*Fig.* 512. Echinopora Raulini.

remplacé l'agitation, sont nés, avec l'étage albien, 17 genres de toutes

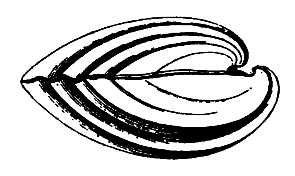
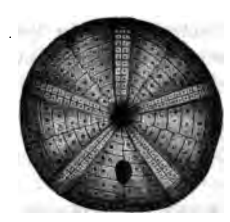



*Fig.* 511. Inoceramus sulcatus.



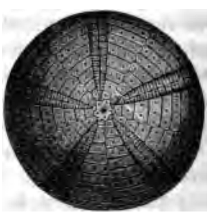


*Fig.* 513. Discoidea cylindrica.

les classes et 409 espèces seulement parmi les Animaux mollusques et rayonnés.

§ 2247. Les mers albiennes (*voyez* étage 19 de notre carte, *fig* 482) ont les mêmes circonscriptions générales qu'aux deux étages précédents (§ 2220), à ces seules exceptions près, que l'intervalle du bassin anglo-parisien compris entre la Haute-Marne et le département du Pas-de-Calais, jusqu'alors étranger aux dépôts crétacés, nous montre l'étage albien ; ce qui prouverait que la mer, crétacée par suite d'un affaissement, se serait avancée vers le nord pendant cette période. La mer albienne se trouve encore dans les Pyrénées-Orientales, à Saint-Paul-de-Fenouillet, et dans le Var, à Escragnolles, où nous n'avions pas signalé l'étage aptien D'un autre côté, on pourrait croire que la mer s'est retirée sur quelques points où la mer aptienne existait, comme dans le bassin méditerranéen, notamment dans le département de Vaucluse et dans toute la ligne alpine, d'Escragnolles (Var) jusqu'à Grenoble (Isère), où elle reparaît.

§ 2248. Les continents (*voyez* la carte, *fig*. 482) ont subi les conséquences de ces petits changements. Ils ont diminué, au nord du bassin anglo-parisien, de la partie envahie par la mer, et des quelques points cités dans le bassin méditerranéen; tandis qu'ils ont, au contraire, gagné

une portion dans les Alpes françaises comprises entre le Var et l'Isère. Au continent de l'Amérique méridionale, s'est encore joint, à l'extrémité sud la surélévation du système fuégien, occupant la Terre de feu.

§ 2249. Les mers, près des rivages, nous montrent des Poissons de genres différents, des Crustacés des genres *Arcania* et *Coristes*; beaucoup de Mollusques inconnus jusqu'alors, parmi lesquels se remarquent les *Buccinum*, les *Solen*, les *Echinopora*; de nombreux Échinodermes de genres inconnus jusqu'alors, tels que les *Hemiaster*, les *Micraster*, les *Galerites*, etc. Nous y voyons encore les premiers représentants des ordres de Foraminifères cyclostègues et agathistègues. On y connaît les Plantes suivantes : *Chondrites Targionii*, Brongniart de Beauvais.

§ 2250. Nous ne connaissons encore aucun des Animaux terrestres qui devaient exister à cette époque. Nous n'avons d'autres traces des Végétaux que les nombreux débris de bois fossiles qu'on rencontre sur tous les points des dépôts littoraux de cette époque, et les Plantes terrestres suivantes : *Fougères: Protopteris Buvignieri*, Br., de Grandpré; *Conifères : Abietites oblongus*, Lindl., Lime-Regis, Grandpré.

Les oscillations ne sont marquées que par la conservation des points côtiers.

§ 2251. Quant à la perturbation finale qui a mis fin à cet étage, nous l'avons vue marquée par des discordances d'isolement et de dénudation (§ 2229, 2230), déterminées par un affaissement considérable au sud-ouest de la France, qui a permis l'envahissement, par la mer crétacée, d'une partie du massif breton, et de tout le bassin pyrénéen, mouvement qui a déterminé le remaniement des fossiles (§ 2237) et les dépôts de sables supérieurs (§ 2262) : ainsi rien ne manque à cet étage, les causes et les effets, pour expliquer les limites de la faune.

## 20e Étage : CÉNOMANIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Raphiosaurus*, *Otodus*, *Voluta*, *Mitra*, *Pyramidella*, *Clavagella*, *Chama*, *Vincularia*, *Crisisina*, *Cyphosoma*, *Alveolina*, *Biloculina*, *Siphonia*.

*Règne* de l'ordre des *Foraminifères cyclostègues*, des genres *Varigera*, *Janira*, *Caprina*, *Codiopsis* *Cyclocœnia*, *Lituola*, *Cyclolina*, *Verticillites*.

*Zone* des *Nautilus triangularis*, des *Ammonites Rhotomagensis*, *Mantelli*, *varians;* du *Turrilites costatus*, du *Strombus inornatus*, du *Lyonsia carinifera*, du *Trigonia sulcatoria*, du *Cardium Hillanum*, de l'*Inoceramus striatus*, du *Pecten asper*, du *Janira phaseolina* et *quinquecostata*, des *Ostrea columba* et *carinata*, du *Spherulites agariciformis*. *Deuxième zone* de *Rudistes*.

§ 2252. **Dérivé du nom.** C'est encore ici la nature minéralogique qui a servi de base aux différents noms donnés à cet étage, et qui a empêché de le distinguer nettement comme horizon géologique. On l'a nommé *Craie chloritée*, *Glauconie crayeuse*, lorsqu'il renferme des grains verts, comme au Havre, à Honfleur ; mais cette dénomination ne peut être généralisée, puisque, d'un côté, l'étage albien de la perte du Rhône et d'Escragnolles sont de même composition minéralogique, tandis que les couches de ce même niveau géologique sont ailleurs bleuâtres, marneuses, ou représentées par de la craie blanche et par des grès quartzeux, rouges, verts ou blancs, comme on le verra plus loin. Le nom de *Craie tufau*, donné à quelques parties du bassin de la Loire, est encore moins applicable comme dénomination générale. Il en est ainsi du nom de Grès vert (*Green-sand*), qu'on ne peut conserver à de la Craie blanche ou jaune ou à des Grès rouges. D'ailleurs, ainsi que nous le prouvons par les faits, les Grès minéralogiques appartiennent, par leur position stratigraphique et par leurs caractères paléontologiques, à tous les étages crétacé, néocomien, aptien, albien, cénomanien et turonien. Il résulte de ce que nous venons de dire que les noms indiqués ci-dessus ne peuvent être généralisés sans amener une extrême confusion, et sans induire en erreur le géologue qui ne pourra embrasser toute l'étendue de la France. C'est pour obvier à ces inconvénients qu'en 1843 nous avons proposé de l'appeler *turonien*. Mais, ayant reconnu depuis, que deux horizons géologiques superposés distincts étaient encore renfermés dans notre étage turonien tel que nous l'envisagions à cette époque, nous avons, aujourd'hui, réservé plus spécialement ce nom aux couches supérieures ; tandis que nous donnons aux couches inférieures le nom d'étage *cénomanien*, la ville du Mans (*Cenomanum*) étant fondée immédiatement sur le type le mieux caractérisé et le plus complet de l'étage qui nous occupe, sans qu'on puisse le confondre avec les autres.

§ 2253. **Synonymie suivant ses dérivés.** D'après le caractère minéralogique, c'est la *Glauconie crayeuse* (partie) de M. Brongniart ; une partie de la *Craie chloritée*, du *Grès vert supérieur*, de la *Craie glauconieuse*, de quelques géologues français ; une partie de l'*Upper-Green-sand*, le *Green-sand de Blackdowne*, de M. Fitton. C'est, pour M. Rœmer, le *Grundsand*, le *Quadersandstein ;* c'est pour M. d'Archiac, d'après ses coupes, les *trois étages*, le *Grès vert* (de Fouras), la *Craie à Ostracés*, les *Grès* et *Sables ferrugineux*, la *Craie marneuse micacée* et le *Calcaire blanc à Ichthyosarcolites ;* c'est le *Tourtia* de Tournay des mineurs belges ; c'est l'*Oberer Karpathensandstein* de M. Zeuschner ; le *Système hervien* (Tourtia de Montignies-sur-Roc), *Système nervien* (Tourtia de Mons, de Valenciennes), de M. Dumont ; le *Chalk-marl* et

*Fireston of Upper-Green-sand* de M. Mantell (Sussex); les *Poudingues* de Mons de M. Léveillé; partie du *Gault* (Cassis) de M. Mathéron; la *Craie verte* de M. Beudant, le *Grès vert* de M. Gras. D'après les fossiles, c'est la *Craie à Ostracés* de M. d'Archiac. Dans ses coupes du sud de la France, c'est son 4e étage, une partie du 3e (zone de l'*Ostrea columba*) (le port des Barques, et ailleurs)

*Type français*. Le Mans, Saint-Calais (Sarthe); cap la Hève (Seine-Inférieure); l'Isle-d'Aix, Fouras (Charente-Inférieure); Seignelay (Yonne); la Malle (Var). *Type anglais*, à Blackdowne. *Type espagnol*, à Llama Oscura, près d'Oviedo. *Type portugais*, bords du Tage, près de Lisbonne, etc.

§ 2251. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 20, *fig.* 482.) Nous arrivons à l'un des étages les plus répandus et les plus marqués parmi les terrains crétacés. En effet, nous le voyons au pourtour des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Espagne, en Portugal, en Syrie, etc., etc. C'est, en effet, celui qui nous montre encore les bassins les mieux circonscrits et les zones les moins interrompues. Pour le prouver, nous allons décrire son extension géographique. Nous commençons à le trouver en France, vers le nord, à l'extrémité du bassin anglo-parisien; là, au cap Blanc-Nez, près de Wissant (Pas-de-Calais), il forme toutes les couches inférieures. Dans le département de l'Aisne, près d'Aubenton, il est bien caractérisé. De ce point, il forme une ligne souvent cachée par les alluvions et les éboulements, qui passe dans les Ardennes à Rosoy, à Chaumont, à Réthel, près de Vouviers, de Grand-Pré; dans la Meuse, à Maufaucon, à Montblainville; dans la Marne, près de Sainte Ménéhould, à l'est de Vitry-le-Français; dans l'Aube, près de Piney, à Laubressel, à Rouilly-lès-Sacy, près de Géraudot, aux carrières de Saint-Parres, près de Troyes, près d'Auxon; dans l'Yonne, à Saint-Florentin, à Seignelay, au Mont-Saint-Sulpice, à Chichy, à Ormoy, à Cheny, au nord de Saint-Georges, à Villefargeau, à Pourrain, à Desges, à Moulin, à Toucy, à Fontaine, à Saint-Sauveur, à Moutiers, à Trégny. Souvent caché sous les couches tertiaires, l'étage se montre au fond des vallées dans la Nièvre, près de Cosne, à Saint-Amand; dans le Cher, à Sancerre, à Vierzon, et près de Méhun; dans la Vienne, entre Châtellerault et Dessays, à Mirebeau; dans l'Indre-et-Loire, entre Loudun et Thouars, à l'est de la Dive, à Chinon, aux couches inférieures de la route de Tours à Poitiers; dans les Deux-Sèvres, au milieu de la plaine, au-dessous de Tourtenay, et à l'ouest d'Oiron (1), près de Thouars; dans le Maine-et-Loire, aux parties inférieures, à Sau-

(1) D'après les fossiles recueillis par M Bravais, dans les grès du mamelon situé à l'ouest de Oiron, nous y avons reconnu l'étage cénomanien le mieux caractérisé (*Ostrea columba*, *Terebratella Menardi*, etc., etc.).

mur même, à Ambillon, près d'Angers. Dans la Sarthe, il prend un grand développement, et couvre, alors, de vastes surfaces sur les autres étages crétacés ; on le voit à la Flèche, à la base du coteau de Saint-Germain, à Cérans-Foulletourte, à Écommoy, au Grand-Lucée, à Coudrecieux, à Saint-Calais, à Vibraye, à Lamnay, à la Ferté-Bernard, au Mans, tout autour de la ville, à Sainte-Croix, à Yvregne, à Ballon, près de Saint-Côme ; dans l'Orne, à Guibault, à Gacé, aux environs de Coulanges, à Romalard, à Mâle. Dans le Calvados, il compose les couches crétacées inférieures depuis la Dive, Villers, Trouville, jusqu'à Honfleur; dans la Seine-Inférieure, au cap la Hève, près du Havre, les couches inférieures de la vallée de Fécamp et de Rouen. Nous avons ainsi, en suivant l'étage, décrit un vaste cercle, ouvert seulement par la partie du littoral de la Manche comprise entre Fécamp et le cap Blanc-Nez. Ce sont les limites de la mer cénomanienne, plus étendue que les mers crétacées précédentes. L'étage n'est pas moins bien prononcé sur le lambeau du pays de Bray ; on le trouve, d'après les recherches de M. Graves, à Saint-Martin-du-Nœud, à Breteuil, à Épambourg, à Berneuil, à Sénéfontaine, à Saint-Germain, à Grumesnil, etc., etc. — Les couches de Tourtia en Tournay, d'Obourg, près de Mons, de Montignies sur-Roc, de Gussignies, de Tirlemont (Belgique) dépendent encore de cet étage.

Si nous recherchons la suite du même bassin en Angleterre, nous y retrouverons l'étage cénomanien non moins bien développé. Il se voit à l'est des autres étages sur une ligne qui commence dans le Dorsetshire ; passe par le Wiltshire, le Berkshire, l'Oxfordshire, le Buckinghamshire, le Bedfordshire, le Cambridgeshire, le Norfolk et le Yorkshire. Un lambeau se voit à l'île de Wight ; puis une ligne commence autour de Sussex dans le Sussex, depuis Beachy-head, suivant à l'ouest au couchant de Petersfield ; de là revient dans le Surrey, à Farnham, dans le Kent, jusqu'à Douvres. Nous retrouvons en Angleterre, d'un côté, la continuité des dépôts normands ; de l'autre, de ceux du cap Blanc-Nez. Les localités de Middleham, de Hamsey, de Bignor, de Southbourn, dans le Sussex, sont surtout très-riches en fossiles.

Le bassin pyrénéen, qui, comme les parties occidentales du bassin anglo-parisien en France, manquait des étages crétacés inférieurs, montre partout l'étage cénomanien très-bien développé. On en voit un lambeau parfaitement caractérisé dans la forêt de Touvois (Loire-Inférieure); un autre plus étendu dans la Vendée, qui commence à Commequiers, passe à Chalans, et se continue jusqu'à Beauvoir. Il reparaît dans la Charente-Inférieure à l'embouchure de la Charente, et se continue sans interruption, en passant à l'Isle-d'Aix, à l'Isle-Madame, à la pointe de Fouras, à la pointe du Chapus, au port des Barques, à Saint-Agnan, à Charras, à la partie inférieure du Martrou, près de Rochefort, aux environs de Ma-

rennes jusqu'à Nancras L'ensemble forme une ligne qui passe au nord de la Charente, à Saint-Savinien dans le fond de la vallée de Pons; dans la Charente, à Saint-Trojan, au nord de Cognac, au nord d'Angoulême; dans la Dordogne, à Château-Neuf, à Montignac, auprès de Nontron, à Millac, à Reignac; dans le Lot, à Sarlat, près de Gourdon, et au delà, où il est caché par les alluvions. Les recherches de notre savant ami M. de Verneuil nous font retrouver l'étage de l'autre côté des Pyrénées, en Espagne, dans la province de Saint-Ander, à Cumillas, à Barca de la Rabia, à Carmana, et dans la Biscaye, aux environs de Bilbao. Le même géologue et M. de Lorière l'ont encore trouvé en Catalogne, dans les montagnes de Morella, près de Cueva de Vidria, à Fredas, à Ball, à Villabona, à Morella, à Villafranca del Cid. M. Paillette nous a communiqué des fossiles de Llama-Oscura, près d'Oviedo, qui dépendent de cet étage, qu'on retrouve encore en Portugal, sur les rives du Tage, près de Lisbonne.

Le bassin méditerranéen montre l'étage bien plus morcelé; néanmoins, il existe dans l'Ardèche, depuis Vagnas jusque auprès de Salayas; dans le Gard, au Pont-Saint-Esprit, non loin d'Uzès. Dans l'Aude, nous l'avons reconnu à la source salée, près des bains de Rennes; dans la Drôme, à Saint-Paul-Trois Châteaux; dans le département de Vaucluse, à Orange et à Bedouin, au sud du Ventoux, quelques couches inférieures de Bollène; dans les Bouches-du Rhône, à la Gueule-d'Enfer, près de Martigues, à Cassis, sous le château, à Liscle; dans le Var, sous les calcaires à Hippurites, entre Sainte-Anne-de-Castelet et le Beausset. Sur le versant occidental des Alpes, il forme seulement des lambeaux plus ou moins étendus. L'un d'eux, si bien étudié par M. Astier, repose sur les terrains jurassiques à la Malle, à dix kilomètres au nord de Grasse, et s'étend jusqu'à Caussols; un autre se voit à Escragnolles, et se continue à la Martre et à Bargème, au Pin. Dans les Basses-Alpes, à Taulanne, à Peyroules, à Soleilhas, au Touillet, au Mont-Blanc; puis de Peyruis jusqu'à Sainte-Croix d'un côté, et jusque auprès de Sisteron de l'autre. Un lambeau se voit encore dans l'Isère, à la Combe-de-la-Fauge, au sud-est et près de Villard-de-Lans. Hors de France, il se rencontre à Souaillon, dans le canton de Neufchâtel (Suisse); et on le voit encore aux environs de Nice.

Un grand développement de l'étage paraît exister en Allemagne, près de Dresde; dans la Silésie, à Kiesslingswalde, à Friedland, à Kresli; dans la Saxe, à Schandau, à Pirna, à Coschutz, à Dippoldiowalda, à Tharand; dans la Westphalie, à Essen-sur-la-Ruhr, à Lemford; dans la Bohême, à Tyssa, à Postelberg, à Laun, à Malnitz, à Czeneziz, à Hollubitz, à Meronitz, à Piesen, à Bannewitz, etc; dans le *Harz*, à Quedlinburg, d'après M. Zeuschner; dans les Carpathes, à Odo-

ryn, près d'Iglo. D'après les fossiles qui nous ont été communiqués par M. Readle, nous savons qu'il en existe un grand lambeau en Syrie, au mont Liban. Comme on le voit, l'étage couvre une immense surface de l'Europe.

§ 2255. **Stratification** (*Voyez* étage 20 de nos coupes, *fig.* 393, 478 et 499.) L'étage cénomanien repose en couches concordantes sur l'étage albien, aux parties septentrionales et orientales du bassin anglo-parisien, et ne s'en distingue que par des différences de composition minéralogique diverses, suivant les lieux, et par la faune qu'il renferme Nous l'avons reconnu ainsi déposé à Wissant (Pas-de-Calais), et dans les départements de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse, de la Haute-Marne, de la Marne (*fig.* 393), de l'Aube et de l'Yonne, ou sur une extension de près de 50 myriamètres. La même superposition existe dans le pays de Bray et sur une grande partie de l'Angleterre. Dans le bassin méditerranéen, on le voit encore en couches concordantes à la Gueule-d'Enfer, près de Martigues, à Sainte-Anne-du-Castelet, près du Beausset (*fig.* 499). Cette concordance est surtout très-visible à Escragnolles (Var) (*fig.* 478). Par la stratification concordante des couches cénomaniennes sur l'étage albien, au pourtour du bassin anglo-parisien et partout où nous venons de le citer, on voit qu'il a succédé régulièrement dans l'ordre chronologique à l'étage albien qu'il recouvre. Voilà pour la succession; voyons maintenant les lignes de discordance.

§ 2256 **Limites stratigraphiques inférieures.** Aux étages précédents (§§ 2118, 2142), nous avons vu que les étages néocomien, aptien et albien n'ont été rencontrés sur aucun point du côté occidental du bassin anglo-parisien en France, ni sur aucune partie du bassin pyrénéen. Il est donc curieux de voir, au contraire, l'étage cénomanien combler toutes ces lacunes; compléter ainsi, sur tous les points, la circonscription régulière de ces bassins, et montrer des discordances d'isolement, partout, avec l'étage albien, qui manque. En effet, l'étage cénomanien repose, à Touvois (Loire-Inférieure), et dans la Vendée, sur les roches azoïques; à Tournay (Belgique), sur l'étage carboniférien. A Tourtenay (Deux-Sèvres), entre Tourtenay et Thouars, et près d'Oiron, il repose sur l'étage jurassique bathonien. A Ballon, entre Beaumont et le Mans, et près de Chauffour (Sarthe), à Pas-de-Jeu (Deux-Sèvres), il repose sur l'étage callovien; à Dives, à Villers (Calvados) (*fig.* 428), entre Chinon et Loudun (Indre-et-Loire), sur l'étage oxfordien. A Écommoy (Sarthe), à la Malle (Var), près de Grasse (*fig.* 433), il recouvre l'étage corallien. Au cap la Hève (Seine-Inférieure), à Trouville, à Honfleur (Calvados) (*fig.* 428), on le voit sur l'étage kimméridgien; et entre Saint-Jean-d'Angély et Saint-Savinien (Charente-Inférieure), à l'ouest de Cognac et d'Angoulême (Charente), il recouvre

l'étage portlandien (voyez coupe, fig. 424). On voit que, dans les bassins parisien, pyrénéen et méditerranéen, des discordances font reposer l'étage cénomanien soit sur les roches azoïques, soit sur les différents étages jurassiques. C'en est assez pour prouver, d'un côté, que les autres étages crétacés manquent sur ces vastes surfaces, et qu'une discordance profonde sépare aussi bien l'étage cénomanien de l'étage albien, que tous les caractères paléontologiques. Si, d'un côté, la superposition nous donne la succession régulière des deux étages, les discordances d'isolement viennent limiter les deux ages ; car, sur des centaines de kilomètres d'extension, l'on ne trouve que l'un ou l'autre isolé, contenant des faunes distinctes : ce qui dénote deux époques ayant leurs allures spéciales, séparées par un mouvement géologique considérable qui ne peut laisser aucun doute sur son importance et sur ses résultats si visibles encore sur tous les points.

§ 2257. **Les limites stratigraphiques supérieures**, quoique moins bien marquées, se retrouvent, cependant, par des discordances d'isolement et de remaniement. Nous considérons comme discordance le manque, sur l'étage cénomanien, de l'étage turonien, qui lui est superposé partout où il n'y a pas de lacunes. On voit, en effet, l'étage cénomanien seul, dans la Loire-Inférieure, à Touvois; dans la Vendée, à Commequiers, à Chalans et à Beauvoir ; dans le Var, à la Malle (*voyez* étage 20, coupe, *fig* 433), à la Martre, à Escragnolles, et sur les autres points des Basses-Alpes ; à la Fauge, près de Villard-de-Lans (Isère) ; à Souaillon (Suisse). Peut-être le mont Liban, en Syrie, serait-il dans le même cas. Il paraît qu'au mont Sinaï, exploré par M. Lefèvre, et surtout à Gozau, dans le Salzbourg, dans l'Autriche, la Styrie, l'Italie, la Turquie d'Europe, la Morée, et sur tant d'autres points de l'Orient, où l'on n'a mentionné que l'étage supérieur, l'étage turonien se trouve sans l'étage cénomanien ; ce qui serait encore, sous une autre forme, une discordance d'isolement, en rapport avec les limites respectives des faunes contenues dans les étages, et qui sont si tranchées.

§ 2258. Nous regardons comme un fait de discordance le remaniement à l'état fossile des restes organisés de l'étage cénomanien sur place, à Cassis (Bouches-du-Rhône), dans l'étage supérieur, à Sainte-Catherine, près de Rouen, et à Fécamp (Seine-Inférieure) (§ 2267). Pour que ces fossiles se trouvassent remaniés dans l'étage turonien, il fallait que l'étage cénomanien fût déjà consolidé, et que les débris des roches qu'il formait eussent été charriés par les courants à la fin de l'étage et à l'époque postérieure. De tous ces faits de discordance qui concordent avec les limites des faunes, nous concluons à la séparation nette et précise des deux étages.

§ 2259. **Déductions tirées de la position des couches.** Ainsi que

pour les étages précédents (§ 2231, nous considérons comme un lambeau encore intact du grand bassin parisien les 50 myriamètres d'extension où nous avons vu en superposition concordante plongeant légèrement vers le centre du bassin, les couches cénomaniennes et les couches inférieures (*voyez* coupe, *fig.* 393). Nous pourrions croire qu'il en est de même, dans le bassin pyrénéen, pour toutes les parties citées depuis la Charente-Inférieure jusqu'au Lot : ce serait partout un ancien rivage conservé presque dans son intégrité. Pour les autres points, comme le lambeau du pays de Bray, comme à la Gueule-d'Enfer (Bouches-du Rhône), comme au Beausset (*fig.* 499), à la Malle (*fig.* 433), et dans toutes les Alpes, les couches cénomaniennes ont subi divers effets de dislocation, avec ou après les étages crétacés et jurassiques sous-jacents.

§ 2260. **Composition minéralogique.** Il n'est pas d'étage plus variable que celui-ci sous ce rapport, qu'on en prenne l'ensemble sur un point déterminé, ou suivant ses distances horizontales. Sur des points déterminés nous voyons se succéder, en effet, toutes les formes minéralogiques différentes. A la pointe du Chapus et à la pointe de Fouras (Charente Inférieure), on voit des parties inférieures aux supérieures, des sables quartzeux blancs, des couches feuilletées d'argile sulfureuse noire feuilletée avec bois, des couches de grès jaune, grossier, siliceux ou demi-calcaire à *Orbitolites* et *Ostrea columba*, et enfin des calcaires crayeux, jaunes ou blancs, remplis de *Radiolites agariciformis* et de *Caprinella*. A l'Isle-d'Aix, aux parties inférieures, sont des grès à gros grains, des argiles noires remplies de détritus de végétaux et d'arbres entiers, de dimensions gigantesques, recouvertes de grès rouges à *Radiolites* et à *Caprina ;* puis des calcaires blancs, encore avec *Radiolites* et *Caprina*. A l'Isle-Madame, embouchure de la Charente, ce sont : d'abord, un calcaire compacte blanc, sans fossiles; des couches puissantes de calcaires argileux bleus, presque oolithiques, à *Radiolites agariciformis* et *Caprinella ;* un calcaire jaune avec les mêmes fossiles; un calcaire siliceux, ferrugineux ; puis un grès quartzeux jaune, pétri d'*Ostrea columba* et *biauriculata ;* etc. Viennent ensuite, au port des Barques, des calcaires jaunes crayeux, et de la craie blanchâtre remplie d'*Ostrea columba* et *carinata*. Au Havre, ce sont des grès à gros grains, recouverts par de la craie chloritée. Ces exemples suffiront pour prouver que les différents états minéralogiques se succèdent dans l'étage sur un même point. Voyons, maintenant, la distribution géographique des diverses formes minéralogiques. Sous la forme de grès quartzeux jaunes, blancs, verdâtres ou rouges, nous le trouvons au Havre, au Mans, à Saint-Calais, à Vibraye, à Charras, près de Rochefort, à l'Isle-d'Aix, à Fouras, à l'Isle-Madame, à la pointe du Chapus, à Saint-

Florentin, à Saint-Sauveur, à Vierzon, à Saumur, au Beausset; à Black-downe. Sous la forme de craie chloritée, au Havre, à Honfleur, à Villers, à Écommoy, dans le pays de Bray. Sous la forme de craie blanche marneuse ou compacte, à Laubressel, à Rouilly-lès-Sacy, à Auxon (Aube), à Seignelay, à Saint-Florentin, à Saint-Sauveur (Yonne), au port des Barques, à Marennes, à Tourtenay, à Guilbaut (Orne). Sous la forme de craie marneuse ou compacte bleuâtre, à Saint-Parres, à Taulanne, à la Malle, à Escragnolles, au cap Blanc-Nez, à Saumur, à la Flèche. Sous la forme d'argile noire bitumineuse, à Fouras, à la pointe du Chapus, sous l'Isle-d'Aix, à l'Isle-d'Énet, etc. Par ces différences énormes, suivant les couches ou suivant les lieux, d'un même horizon géologique, il est facile de concevoir où l'on pouvait arriver, lorsqu'on employait le caractère minéralogique pour distinguer les étages crétacés; et les dissidences d'opinion et de classification n'ont plus lieu d'étonner; mais qu'on abandonne ce caractère trompeur, et qu'on y substitue, comme nous l'avons fait, les caractères paléontologiques, tout se simplifiera; les horizons se dessineront nettement, et alors on verra que la stratigraphie rigoureuse concorde, en tout point, avec les résultats paléontologiques.

§ 2261. **Puissance connue.** En réunissant les diverses couches qui dépendent de l'étage, nous trouvons, d'après les évaluations données par M. de Verneuil, que l'étage offre, en Espagne, dans les provinces de Saint-Ander et de Biscaye, l'épaisseur énorme de plus de 500 mètres. C'est la puissance la plus grande; car partout ailleurs, bien que considérable, comme à l'embouchure de la Charente, l'ensemble n'atteint pas la moitié de cette épaisseur.

§ 2262. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous signalerons un premier fait qui nous paraît marquer, sur des surfaces immenses du pourtour du bassin parisien et pyrénéen, le commencement des premiers dépôts cénomaniens, antérieurs à la faune de cette époque. Nous voulons parler des grès à gros grains, que nous voyons à la base de l'étage, à Saumur, au Havre, au Mans, à Saint-Calais, à Saint-Florentin, à Saint-Sauveur (bassin anglo-parisien), à la pointe du Chapus, à Fouras (bassin pyrénéen) et ailleurs, toujours dénués de fossiles à leurs parties inférieures, en contact avec les étages inférieurs. Ils nous paraissent représenter l'instant d'agitation qui s'est écoulé entre la fin de cet étage inférieur et le commencement des dépôts tranquilles, alors animés, de l'étage cénomanien.

§ 2263. **Mélange des produits terrestres et marins.** Un point très-curieux, décrit depuis longtemps, sous le titre de *Forêt sous marine*, par un savant consciencieux, M. Fleuriau de Bellevue, nous paraît mériter particulièrement notre attention. Nous voulons parler de cet amas de

lignites qu'on trouve au-dessous de l'Isle-d'Aix, de l'Isle-d'Énet, à l'embouchure de la Charente, et qui s'étend à Fouras, et même jusque auprès de Marennes, à la pointe du Chapus. On trouve dans cette couche remarquable, avec des arbres énormes, pourvus de leurs branches, mais couchés horizontalement, beaucoup de matières végétales, et de rognons de succin, ou de résine fossile. Avec ces produits évidemment terrestres, parmi lesquels M. Brongniart reconnaît des feuilles de Conifères, le savant botaniste retrouve encore des Algues marines. D'un autre côté, tous les arbres sont percés de nombreux Tarets et de Pholades, et ils se trouvent dans les mêmes couches que diverses Huîtres évidemment marines et de l'époque cénomanienne. On doit donc croire que les arbres ont été flottés longtemps dans les eaux, et qu'ils se sont déposés ensuite avec d'autres débris terrestres, simultanément avec des débris marins côtiers, au niveau supérieur des marées, sur une côte maritime.

§ 2264. **Points littoraux des mers.** Indépendamment de ce lieu, nous regardons encore, par l'abondance des coquilles flottantes, comme s'étant déposées sur le littoral, au niveau supérieur des marées, les strates des points suivants. Dans le bassin anglo-parisien : les couches inférieures du cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais), à Montblainville (Meuse), à Laubressel, à Auxon (Aube) ; à Saint-Florentin, à Seignelay, au nord d'Auxerre, à Saint-Sauveur (Yonne) ; à Vierzon (Cher), à Tours, route de Poitiers, partie inférieure. Dans la plaine, à Tourtenay (Deux-Sèvres), les couches inférieures crayeuses de Saumur (Maine-et-Loire) ; les couches de grès, à Saint-Calais, au Mans ; la craie, à Lamnay (Sarthe), à Coulanges, à Mâle, à Guibault (Orne). Dans le bassin pyrénéen : à Touvois (Loire-Inférieure), la couche à *Nautiles* de l'Isle-Madame, de Fouras (Charente-Inférieure). Dans le bassin méditerranéen : à Bollène, à Bedouin, au sud du Ventoux (Vaucluse) ; à la Martre (Var) ; au Pin, à Vergons, à Taulanne, à Thorame, à Angles (Basses-Alpes) ; à la Fauge (Isère). Nous trouvons, par exemple, des côtes tranquilles où se déposaient des sédiments fins, dans l'Aube et l'Yonne, à Laubressel, à Saint-Parres, à Auxon, à Saint-Sauveur, etc. ; des côtes agitées sur le littoral occidental, où les grès à gros grains dominent dans certaines couches, comme à Saint-Calais, au Mans (Sarthe), et des points entre ces deux extrêmes, à Lamnay, à Coulonges, etc. D'après ces caractères, les limites actuelles de l'étage cénomanien du bassin parisien seraient bien ces anciennes côtes à peine altérées par des dénudations postérieures. Certaines couches du Mans (les couches à *Synastrea*) montrent des coquilles et des polypiers roulés sur un littoral agité.

§ 2265. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le manque de corps flottants, et l'abondance des coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, surtout des bancs d'Huîtres, doivent faire croire que les points

suivants se sont déposés non loin des côtes, mais au-dessous des marées. Dans le bassin anglo-parisien : Aubenton (Aisne), Vitry (Marne); Chinon, Pas-de-Jeu, de l'autre côté du canal (Indre-et-Loire); Vibraye, Écommoy; quelques couches du Mans, de Saint-Germain, près de la Flèche (Sarthe); d'Honfleur, de Trouville, de Dives (Calvados); de Fécamp (Seine-Inférieure). Dans le bassin pyrénéen : à Charras, à Rochefort, au Mortrou, au port des Barques (Charente-Inférieure); à Cognac (Charente). Dans le bassin méditerranéen : la source Salée (Aude); la Gueule-d'Enfer, près de Martigues (Bouches-du-Rhône); la Malle, Turben, près du Beausset (Var).

§ 2266. **Points profonds des mers cénomaniennes.** Nous trouvons, par le manque de Céphalopodes, par l'abondance soit des Brachiopodes, soit des Bryozoaires, que les points suivants ont dû se déposer dans la mer à d'assez grandes profondeurs au-dessous du balancement des marées. Dans le bassin anglo parisien, nous citerons, au Mans, la couche à Caprotina, et d'autres couches entièrement formées de Bryozoaires. Dans le bassin pyrénéen : les couches inférieures de l'Isle-Madame; les couches supérieures de l'Isle-d'Aix, de Nancras, du fond de la vallée de Pons (Charente-Inférieure), des environs de Saint-Trojan près de Cognac, du sommet de la côte en face d'Angoulême (Charente), de Montignac, de Nontron, de Millac (Charente), composées entièrement, sur quelques points, de *Radiolites agariciformis*, *triangularis*, *polyconilites*; de *Caprina bipartita*, de *Caprotina quadripartita*, de *Caprinella*, qui forment d'immenses bancs sous-marins, dont tous les êtres sont en place, dans leur position normale, tels qu'ils ont vécu. C'est cet ensemble, avec beaucoup d'autres restes organisés, qui forme notre seconde zone de Rudistes analogue à celle de l'étage néocomien (§ 2182), mais si différente par les espèces qui la composent.

§ 2267. **Fossiles remaniés.** Par la nature des fragments, par les fossiles remplis de matières différentes des sédiments qui les renferment, nous trouvons que des parties de l'étage cénomanien ont été remaniées à l'état fossile, dans des couches plus récentes (§ 179) Nous en connaissons deux exemples très-curieux en France. Le premier se voit à la montagne Sainte-Catherine, à Rouen. Tout le monde a recueilli des fossiles dans cette localité; mais personne n'a remarqué que la couche de moins de 1 mètre qui les renferme est une anomalie, au niveau où elle se trouve; car, tout en appartenant, par ses fossiles, à l'étage cénomanien, elle se trouve, au-dessous et au-dessus, entourée de fossiles (l'*Inoceramus problematicus*, l'*Ammonites Lewesiensis*) qui ne se trouvent jamais associés avec l'état normal de l'étage. Frappé de ce fait, nous en cherchions naturellement la cause, lorsque, mettant dans l'eau les fossiles de la couche en question, nous l'avons facilement reconnue. Ces fossiles,

qui, secs, sont blancs comme la roche environnante, deviennent jaunes lorsqu'ils sont mouillés et montrent alors, par leurs fragments anguleux, par des valves isolées de coquilles toujours d'une nature minéralogique distincte de la craie blanche qui les entoure, qu'ils ont été remaniés à l'état fossile, et transportés au milieu de l'étage qui lui est supérieur. C'est, en effet, un lambeau de l'étage cénomanien, remanié à l'état fossile au milieu du dépôt de l'étage turonien. Le deuxième exemple, nous l'avons reconnu entre Fécamp et l'Échelle de Senneville (voyez *fig*. 515).

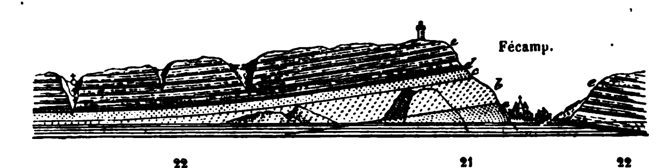



*Fig*. 515. Coupe prise à Fécamp (Seine-Inférieure).

En étudiant avec soin ces couches, en apparence toutes formées de la même craie blanche, mais dans lesquelles nous avons retrouvé, par les fossiles, deux étages distincts (*a*, étage turonien, 21, et *b*, *c*, *d*, *e*, étage sénonien, 22), nous avons reconnu, au milieu de l'étage sénonien, une couche mince formée de rognons et de coquilles fossiles appartenant à l'étage cénomanien. En voyant les *Ammonites varians* et *Rhotomagensis*, etc., placés bien au-dessus de la zone à *Inoceramus problematicus*, et en contact avec l'*Ananchytes ovata*, si loin de leur zone habituelle, nous aurions dû en être fortement surpris, si la *nature chloritée* de la roche qui forme ces rognons et ces fossiles, entourés de craie absolument blanche, n'était venue nous donner la preuve qu'ils avaient été remaniés à l'état fossile par suite de dislocations postérieures. Nous avons voulu citer ces exemples, dont tout le monde pourra vérifier l'exactitude, d'abord pour indiquer le fait très-curieux en lui-même, mais ensuite pour prémunir contre les idées de mélange des diverses faunes à l'état de vie, quand elles ne sont souvent, comme à Rouen et à Fécamp, que des effets de remani ment à l'état fossile et postérieurs à la consolidation des couches primitivement déposées dans leur ordre naturel de succession stratigraphique. On trouve encore à Doué et aux environs d'Angers (Maine-et-Loire), l'*Ostrea columba*, remaniée dans l'étage falunien, c'est-à-dire avec les coquilles fossiles de six étages plus jeunes dans les âges du monde.

§ 2268. **Oscillations du sol.** Dans cet étage si fécond en enseignements, nous retrouvons peut-être les faits les plus frappants pour prouver l'existence des oscillations du sol durant l'étage cénomanien.

Citons-en surtout deux exemples. Nous prendrons l'un dans le bassin anglo-parisien, et l'autre dans le bassin pyrénéen. Au Mans, on voit: 1° aux parties inférieures des carrières de Sainte Croix, d'abord des grès sans fossiles, puis des grès quartzeux, renfermant de très-grosses Ammonites, caractérisant un dépôt côtier fait au niveau supérieur des marées; 2° après plusieurs alternats, un banc spécialement formé de Bryozoaires et de Brachiopodes : dépôt sous-marin fait à d'assez grandes profondeurs dans les eaux; 3° un banc de coquilles de Polypiers roulés, avec quelques *Nautilus triangularis*, encore point côtier déposé sur le littoral dans les limites du balancement des marées. Pour qu'au même endroit on trouve un dépôt sous-marin, entre deux dépôts côtiers, il a fallu que la première côte s'affaissât pour en former un point sous-marin, et qu'elle s'élevât ensuite pour en reformer une côte: fait actuel des oscillations. Le second exemple existe à l'Isle-Madame (Charente-Inférieure). On y trouve: 1° aux parties inférieures, des couches sous-marines, déposées à de grandes profondeurs dans la mer, à en juger par les Brachiopodes, les Rudistes en bancs et les nombreux Foraminifères; 2° un banc rempli de Gastéropodes et de *Nautilus triangularis*, évidemment côtier, déposé au niveau supérieur des marées; 3° des grès jaunes avec bancs d'Huîtres ou Caprotines en place, sans aucun doute sous-marins, déposés au-dessous du balancement des marées. Pour que les premières couches sous-marines soient devenues côtières et au niveau des marées, il a fallu une surélévation; pour que cette partie côtière soit recouverte de dépôts sous-marins, il a fallu un affaissement. Nous ne pouvons, d'après ces résultats que tout le monde peut vérifier, expliquer autrement que par des oscillations du sol ces changements successifs qui se sont opérés sur le même point, et qui, dans les deux bassins, montrent des mouvements en sens inverse; c'est-à-dire que, lorsqu'une partie s'exhaussait dans un des bassins, elle s'affaissait dans l'autre.

§ 2269. **Perturbation finale.** Nous croyons pouvoir expliquer, par la perturbation finale de l'étage, le fait de remaniement si remarquable qui se voit au-dessous du château de Cassis (Bouches-du-Rhône), où, à la partie supérieure de l'étage cénomanien, se remarquent des fossiles et des rognons de grès rouges ferrugineux, remaniés par bancs dans une roche jaunâtre de nature toute différente D'après leur position aux dernières limites supérieures de l'étage cénomanien, nous voyons que les couches déjà consolidées ont été brisées; des fragments ont été charriés et entraînés où nous les voyons aujourd'hui.

§ 2270 **Caractères paléontologiques.** La faune de l'étage cénomanien s'éloigne encore davantage de l'aspect général de la première faune crétacée, non qu'il soit disparu beaucoup de formes animales préexistantes, mais seulement parce qu'il naît un très-grand nombre de genres

nouveaux : quelques-uns parmi les Mollusques gastéropodes et lamellibranches ; beaucoup parmi les Bryozoaires, les Échinodermes et surtout les Zoophytes ; les Ammonites, qui dominent, ont des tubercules par lignes transverses. Le petit nombre des genres qui s'éteignent, comparés à ceux qui naissent, donnent la certitude que les terrains crétacés sont dans une belle période de développement.

§ 2271. **Caractères négatifs tirés des genres.** L'étage cénomanien se distingue de l'étage albien, indépendamment des 8 genres que nous avons vus naître et s'éteindre dans l'étage albien (§ 2243), par les 3 genres suivants qui se sont également éteints dans l'étage albien sans passer à celui qui nous occupe : parmi les Céphalopodes, le genre *Crioceras ;* parmi les Échinodermes, le genre *Toxaster ;* parmi les Polypiers, le genre *Amblocyathus.*

§ 2272. Pour limites négatives supérieures entre l'étage cénomanien et l'étage turonien, nous avons 33 genres qui, encore inconnus à l'étage cénomanien, ne naissent que dans l'étage turonien. Ces genres sont ainsi distribués : parmi les Gastéropodes, les 3 genres du 7e tableau ; parmi les Brachiopodes, les 3 genres de notre 9e tableau ; parmi les Échinodermes, 1 genre de notre tableau n° 11 ; parmi les Polypiers, les 22 genres de notre tableau n° 13 ; parmi les Foraminifères, les 3 genres de notre 14e tableau ; parmi les Amorphozoaires, 1 genre de notre 15e tableau.

§ 2273. **Caractères positifs tirés des genres.** Tous les genres que nous n'avons pas encore vus dans les étages antérieurs qui naissent avec celui-ci seront autant de caractères distinctifs positifs qu'on pourra invoquer pour le reconnaître de ces étages antérieurs. Ces genres, au nombre de 53, sont répartis de la manière suivante dans les classes : parmi les Reptiles, le genre *Raphiosaurus ;* parmi les Poissons, le genre *Otodus ;* parmi les Céphalopodes, le genre *Belemnitella ;* parmi les Gastéropodes, les genres *Globiconcha*, *Pterodonta*, *Narica*, *Voluta* et *Mitra ;* parmi les Lamellibranches, les genres *Clavagella*, *Leguminaria*, *Capsa* et *Chama ;* parmi les Brachiopodes, le genre *Caprina ;* parmi les Bryozoaires, les genres *Pyripora*, *Osculipora*, *Vincularia*, *Membranipora*, *Crisisina* et *Fasciculipora ;* parmi les Échinodermes, les genres *Codiopsis*, *Goniophorus*, *Archiacia*, *Caratomus* et *Leiocrinus ;* parmi les Zoophytes, les genres *Dactylosmilia*, *Bathycyathus*, *Actinosmilia*, *Actinoseris*, *Microbacia*, *Stylocyathus*, *Cœlosmilia*, *Cyclocœnia*, *Placocyathus*, *Trochocyathus*, *Polytremacis*, *Stelloria*, *Discopsammia*, *Pleurocora* et *Dactylacis ;* parmi les Foraminifères, les genres *Flabellina*, *Chrysalidina*, *Cuneolina*, *Alveolina*, *Bulimina* et *Polymorphina ;* parmi les Amorphozoaires, les genres *Ocellaria*, *Siphonia*, *Marginospongia*, *Plocoscyphia* et *Tremospongia*.

§ 2274. Parmi ces genres positifs, ceux qui s'éteignent dans l'étage cénomanien, sans passer aux étages supérieurs, seront autant de caractères positifs propres à les faire distinguer. Ces genres sont au nombre de 11 : parmi les Reptiles, le genre *Raphiosaurus ;* parmi les Échinodermes, les genres *Codiopsis Goniophorus* et *Leiocrinus ;* parmi les Zoophytes, les genres *Dactylosmilia*, *Actinosmilia*, *Microbacia* et *Stylocyathus ;* parmi les Foraminifères, les genres *Chrysalidina* et *Cuneolina;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Tremospongia*. Si nous ajoutons à ces genres les 13 qui, nés antérieurement, se sont également éteints dans cet étage sans passer au suivant : parmi les Céphalopodes, le genre *Belemnites ;* parmi les Gastéropodes, les genres *Straparollus* et *Helicocryptus ;* parmi les Lamellibranches, les genres *Thetis* et *Unicardium ;* parmi les Bryozoaires, les genres *Spiropora* et *Acanthopora ;* parmi les Échinodermes, les genres *Pygaster* et *Peltastes ;* parmi les Zoophytes, les genres *Montlivaltia* et *Polyphyllia ;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Eudea*, nous aurons donc 24 genres pouvant donner des caractères positifs supérieurs.

§ 2275. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Abstraction faite des nombreuses espèces d'Animaux vertébrés et annelés, nous avons pu comparer entre elles 849 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, inscrites dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 2, p. 145 et suiv.), avec leurs noms discutés, leur synonymie, et les principales localités où elles ont été positivement observées (1). Si nous retranchons de ce nombre les 7 espèces mentionnées comme s'étant trouvées dans l'étage précédent (§ 2244), et l'*Ostrea diluviana*, qu'on trouve dans l'étage turonien, il nous restera encore 841 espèces caractéristiques de cet étage ; nombre assez considérable pour donner à tous les facies de dépôts, et à tous les lieux, un grand nombre d'espèces propres à les faire reconnaître, qu'ils soient à l'état de grès rouges ou verts, de craie blanche, ou sous toute autre forme minéralogique.

§ 2276. La réunion, dans l'étage, tel que nous le concevons, de tous les points indiqués à l'extension géographique est basée sur les considérations stratigraphiques de superposition, et sur l'ensemble des caractères paléontologiques de tous ces points. Pour prouver que cette réunion n'a rien d'arbitraire, mais qu'elle est bien le résultat de l'identité d'espèces contemporaines, nous allons donner ici les noms des espèces les plus communes, les plus caractérisées, qui se trouvent partout, aussi bien au pourtour du bassin anglo-parisien , dans le bassin pyrénéen, que dans le bassin méditerranéen, au Mans, à Saint-Sauveur,

(1) Les descriptions et les figures de toutes les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires de France, se trouvent dans notre *Paléontologie française, terrains crétacés.*

à Saint-Florentin, à l'Isle-d'Aix, à Orange, qu'à la Malle; aussi bien en Angleterre, à Blackdowne, à Devizes, qu'en Espagne, à Llama-Oscura, qu'aux environs de Tournay (Belgique), qu'à Essen, en Westphalie, qu'en Bohême, qu'à Souaillon, en Suisse, ou même qu'au mont Liban, en Syrie, comme on pourra le juger en recourant au *Prodrome*.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Belemnitella vera. | 1 | * Cyprina rostrata. | 316 |
| Nautilus triangularis. | 3 | Trigonia sulcatoria. | 325 |
| Ammonites varians. | 16 | Corbis rotundata. | 336 |
| — falcatus. | 20 | * Cardium Cenomanense. | 339 |
| — Rhotomagensis. | 20 | * — Guerangeri. | 340 |
| — Mantellii. | 21 | — Hillanum | 341 |
| Scaphites æqualis. | 35 | Isoarca obesa. | 359 |
| Baculites baculoides. | 40 | Pectunculus sublævis. | 367 |
| Turrilites costatus. | 47 | Arca Passyana. | 387 |
| Nerinea monilifera. | 72 | Mytilus Galliennei. | 405 |
| Plerodonta inflata. | 86 | Avicula anomala. | 458 |
| * Natica vulgaris (1). | 88 | Inoceramus striatus. | 471 |
| Helicocryptus radiatus. | 121 | Pecten asper. | 475 |
| Turbo Geslini. | 136 | — elongatus. | 480 |
| Pleurotomaria Mailleana. | 156 | Janira phaseola. | 500 |
| Strombus inornatus. | 174 | — æquicostata. | 501 |
| Rostellaria calcarata. | 187 | Spondylus striatus. | 510 |
| Fusus quadratus. | 196 | Ostrea carinata. | 517 |
| Panopæa substriata. | 230 | * — flabella. | 518 |
| — ovalis. | 237 | — columba. | 520 |
| Pholadomya subdinnensis. | 242 | Rhynchonella Lamarckiana. | 527 |
| Lyonsia carinifera. | 247 | Terebratula biplicata. | 536 |
| Venus plana. | 272 | Radiolites agariciformis. | 565 |
| — subrotunda. | 273 | ÉCHINODERMES. | |
| — immersa. | 278 | Catopygus carinatus. | 644 |
| Cyprina oblonga. | 310 | Discoidea cylindrica. | 653 |
| — cuneata. | 314 | Codiopsis Doma. | 657 |

Voici quelques types de la faune cénomanienne (*fig.* 516 à 528).

§ 2277. **Chronologie historique**. Avec la perturbation finale de l'é-

(1) Les espèces marquées d'un astérisque se trouvent en même temps au mont Liban et en Europe. Nous les avons reconnues sur un très-petit nombre d'espèces communiquées par M. Siliman, et recueillies par M. Beadle; un ensemble plus considérable de cette faune donnerait sans doute beaucoup d'autres identiques.

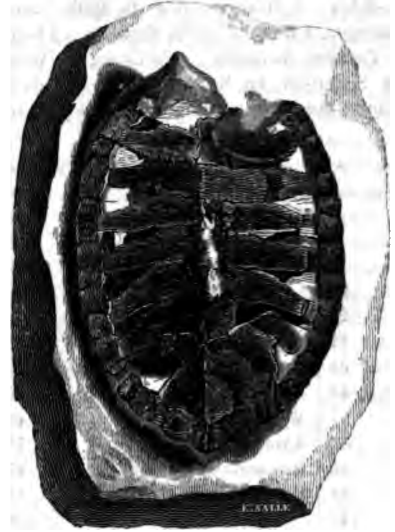


*Fig.* 516. Chelonia Benstedi.

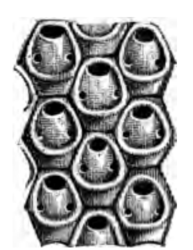


*Fig.* 517.
Pterodonta inflata, d'Orb.



*Fig.* 518. Avellana cassis, d'Orb





Grandeur
naturelle.

*Fig.* 521. Escharina Oceani.



*Fig.* 519. Cardium Hillanum.

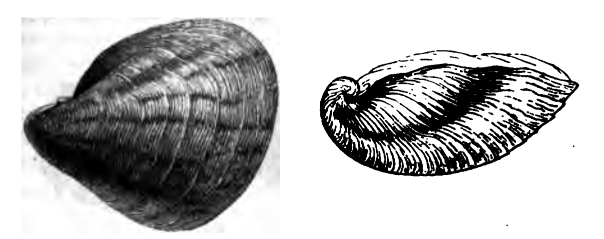


Fig. 520. Ostrea columba.

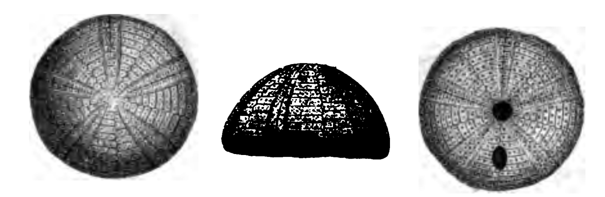


Fig. 522. Discoidea subuculus.

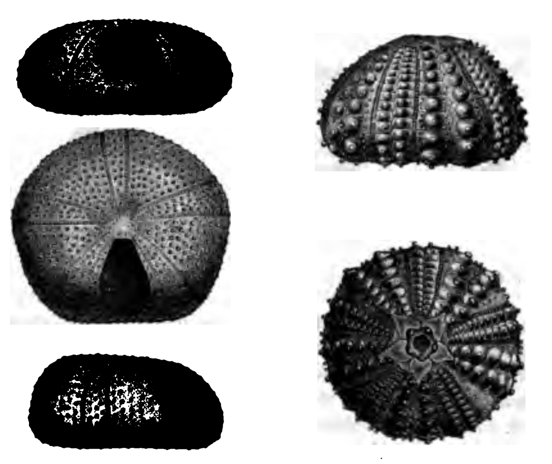


Fig. 523. Pygaster truncatus.

Fig. 524. Goniopygus major.

tage albien (§ 2251), ont été anéantis 6 genres préexistants (§ 2243), e

403 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés de cet étage § 2244).

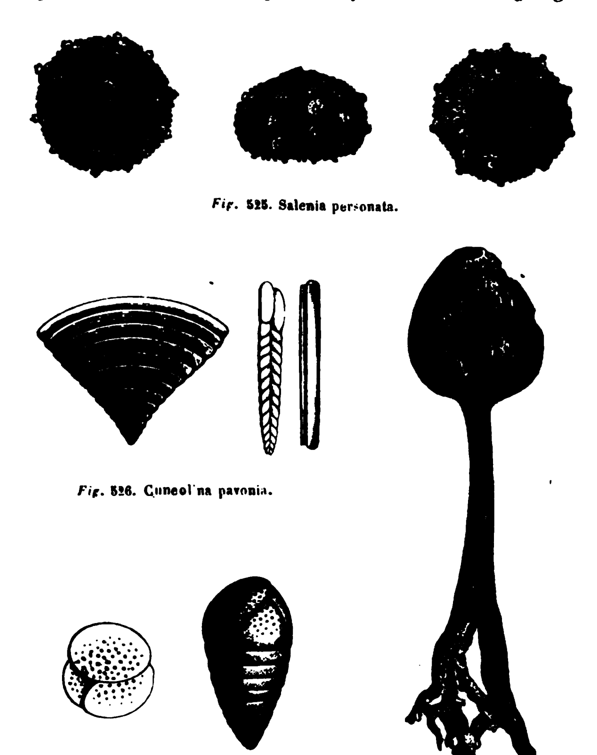


Fig. 525. Salenia personata.

Fig. 526. Cuneolina pavonia.

Fig. 527. Chrysalidina gradata.

Fig. 528. Siphonia pyriformis.

Aussitôt que le calme s'est rétabli dans les mers cénomaniennes, sont nés 53 genres, jusqu'alors inconnus, et 842 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, qui, avec les autres séries animales et les végétaux, sont venus animer les mers et les continents.

§ 2278. Les mers cénomaniennes (*voy.* étage 20 de notre carte, *fig.* 482) changent encore de circonscription. Si, à quelques atterrissements près, elles restent les mêmes sur toutes les régions orientales du bassin anglo-parisien, en France, et sur les régions occidentales, en *Angleterre* ; si elles montrent des limites presque semblables sur

quelques points du bassin méditerranéen, il n'en est pas ainsi sur les autres parties des bassins. Nous voyons, probablement par suite d'un affaissement, les mers s'avancer un peu vers la Belgique, jusqu'à Tournay. Elles couvrent toute la vaste surface comprise entre Fécamp et Tours, entre Tours et Bourges, où elles n'avaient pas encore paru depuis la fin des terrains jurassiques. Elles couvrent en entier tout le bassin pyrénéen, de la Loire-Inférieure jusqu'au Lot, et de là à l'Espagne et au Portugal, où les terrains crétacés étaient encore inconnus. Dans le bassin méditerranéen, elles apparaissent sur quelques points seulement. Il est encore probable, d'après les espèces identiques, que la mer cénomanienne s'étendait, sans interruption, d'un côté jusqu'en Syrie, au mont Liban, et, de l'autre, dans l'Allemagne, la Westphalie, la Saxe, la Silésie et la Bohême.

§ 2279. Les continents ont gagné quelques atterrissements au pourtour des bassins, surtout à l'est du bassin anglo-parisien, en France, et à l'ouest de l'Angleterre; mais ils ont perdu en Belgique; ils ont été diminués d'une large bande à l'ouest de la France, de la Loire au Havre; et tout le bassin pyrénéen, exhaussé depuis les premiers étages crétacés, cesse d'être au-dessus des eaux et devient le domaine des mers.

§ 2280. Les mers montrent une grande animation sur tous les points; la faune, très-nombreuse, se compose de Poissons; de beaucoup de Mollusques nouveaux, parmi les Gastéropodes et les Lamellibranches, tels que des *Globiconcha*, des *Pterodonta*, des *Voluta*, des *Mitra*, des *Chama*, et d'autres genres jusqu'alors inconnus; d'une très-grande quantité de Brachiopodes, formant des bancs sous-marins très-développés, de notre deuxième zone de Rudistes, avec d'innombrables Bryozoaires, des Échinides, et surtout un grand nombre de Zoophytes. C'est de toutes les époques crétacées la plus peuplée, la plus animée. Avec les Animaux, vivent, sur les rivages, des Algues marines, dont nous empruntons la liste à M. Brongniart.

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

? Cystoseirites Partschii, Sternb. Transylv.
? C. filiformis, Sternb. Trans.
Laminarites? tuberculatus, Sternb. Isle-d'Aix.
Rhodomelites strictus, Sternb. Isle-d'Aix.
Confervites fasciculata, Br. Bornholm, Angl.
C. ægragropiloides, Br.
Sargassites Lyngbianus, Br. Bornholm.
Halyserites Reichii, Sternb. Niederschæna.
Chondrites Mantelli, Rœm. Saxe.
C. cylindricus, Sternb. Teschen. Bohême.

NAÏADÉES.

Zosterites Orbignyana, Brong. Isle-d'Aix.

Z. Bellovisiana, Brong. Id.

Z. elongata, Brong. Id.

Z. lineata, Brong. Id.

§ 2280 *bis*. Les continents, près des rivages des mers, étaient animés par le genre Raphiosaurus et par d'autres Reptiles. Sur les points purement terrestres, ils nourrissaient les plantes suivantes, qui ne sont que de faibles débris de la flore de cette époque (*fig.* 529). Nous les indiquons, d'après M. Brongniart, non sans quelques doutes pour leur âge géologique (1).

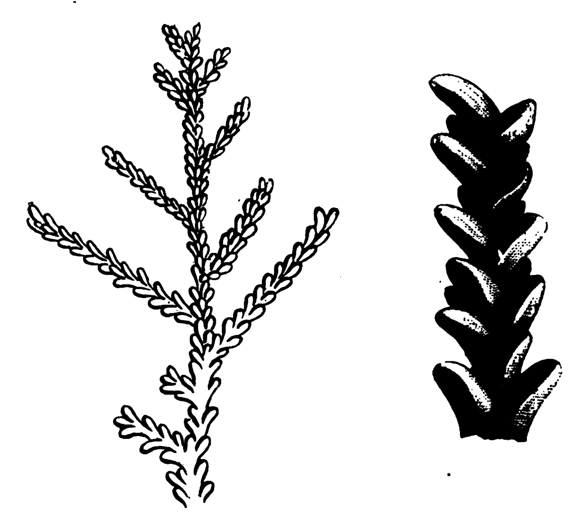


*Fig.* 529. Brachyphyllum Orbignyanum.

**Cryptogames acrogènes.**

FOUGÈRES.

Protopteris Singeri, Prest. Silésie.

Pecopteris Reichiana, Br. Niederchæna.

P. striata, Sternb. Sahla.

P. Bohemica, Corda. Bohême.

P. Zippei, Corda. Bohême.

P. lobifolia, Corda. Bohême.

Et 2 espèces nouvelles de Niederschæna.

**Monocotylédones.**

PALMIERS.

Flabellaria chamœropifolia, Gœpp. Silésie.

(1) Nous croyons que plusieurs des plantes appartiennent aux deux étages supérieurs ; mais dans l'impossibilité où nous sommes de les distinguer certainement, nous plaçons ici toutes les espèces.

Palmacites varians, Corda, Bohême.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CYCADÉES.

Cycadites Nilssonianus, Br. Scanie.
Zamites cretacea, Br. Niederschæna (Pteroph. cretaceum, Ressm.).
Microzamia gibba, Corda. Bohême.
Zamiostrobus ovatus, Gœpp. Feversham.
Z. Sussexiensis, Gœpp., Selmeston (Sussex).
Z. macrocephalus, Eud.; près Deal.
Z. familiaris (Amentum masc.). Bohême.
(Zamites familiaris, Corda.)
Z. Guerangeri (Am. masc.). Le Mans.

CONIFÈRES.

Brachyphyllum Orbignyanum, Br. Iles-d'Aix.
B. Brardianum, Br. Pialpinson.
Widdringtonites fastigiatus, Eudl. Bohême.
Cryptomeria primæva, Corda. Boh.
Abietites Benstedi, Gœpp.
A. exogyrus, Corda. Bohême.
Pinites Reussii, Corda. Bohême.
Cunninghamites oxycedrus, Sternb. Niederschæna.
C. elegans, Corda. Bohême.
C. planifolius, Corda. B.
Dammarites albens, Gœpp. B.
D. crassipes, Gœpp. Silésie.
Araucarites acutifolius, Corda. B.
A. crassifolius, Corda. Bohême.
Eleoxylon cretaceum, Br. Bohême. (Pinus cretacea, Corda).

MYRICÉES.

Complonites? antiquus, Nilss. Scan.

BÉTULACÉES.

Alnites? Friesii, Nilss. Scanie.

CAPULIFÈRES.

Carpinites arenaceus, Gœpp. Silésie.

SALICINÉES.

Salicites? Wahlbergii. Nilss. Scan.
S. Petzeldianus, Gœpp. Silésie.
S. fragiliformis, Zenk. Blankenb.

ACÉRINÉES.

Acerites? cretaceus, Nilss. Scanie.

JUGLANDÉES.

Juglandites elegans, Gœpp. Silésie.

**Dicotylédones de famille incertaine.**

Credneria integerrima, Zenk. Blank.
C. denticulata, Zenk. Bl.
C. biloba, Zent. Bl.
C. subtriloba, Zenk. Bl.
C. Sternbergii, Brong. Teschen, Bohême.
C. cuneifolia, Br. Niederschæna.
C. expansa, Brong. N.
C. tremulæfolia, Brong. N.

Les oscillations du sol sont très-prononcées pendant cette période, comme on a pu en juger (§ 2268), et la perturbation finale n'a pas moins laissé de traces profondes que l'extinction de toute cette animation que nous y connaissons.

§ 2281. C'est à la fin de cette époque que correspondrait, peut-être, le *système du mont Viso* de M. Élie de Beaumont, dont les dislocations sont dans la direction du N. N. O. au S. S. E., qui, joint aux discordances (§ 2257), aux remaniements des fossiles (§ 2267), serait aussi

bien le signe de la perturbation géologique qui a terminé cet étage, que les limites respectives de la faune qui en seraient la conséquence visible et irrécusable.

### 21e Étage : TURONIEN, d'Orb.

*Première apparition* des genres *Pyramidella, Ovula, Acteonella, Caprinula, Hippurites, Biradiolites, Cyphosoma, Cyclosmilia biloculina, Meandrospongia*, etc.

*Règne* de l'ordre des Brachiopodes cirridés, des genres *Radiolites, Caprina, Synastrea, Funginella, Phyllocœnia*, etc.

*Zone* des *Ammonites Lewesiensis, peramplus, Woolgari; Nerinea Requieniana, Acteonella lævis* et *crassa. Pleurotomaria Gallinnei, Trigonia scabra, Inoceramus problematicus, Rhynchonella deformis, Hippurites organisans, Biradiolites cornu-pastoris, Cyclolites undulata*, etc., etc.

*Troisième zone* de *Rudistes.*

§ 2282. **Dérivé du nom.** Comme nous l'avons dit à l'étage précédent, nous l'avions d'abord réuni à celui ci, sous le nom d'étage *turonien;* mais, ayant reconnu, plus tard, que les parties inférieures contenaient toujours une faune différente des parties supérieures, que notre *deuxième zone* de *Rudistes* caractérisait la première, tandis que notre *troisième zone* de *Rudistes* formait l'horizon le plus parfait dans la dernière, nous avons cru devoir suivre, dans nos groupes, ces divisions naturelles, indiquées par les caractères stratigraphiques. Nous avons alors donné le nom d'étage cénomanien à l'étage inférieur, et nous avons réservé le nom de *turonien* à celui-ci, la Touraine (*Turonia*) en montrant le plus beau type depuis Saumur jusqu'à Montrichard. Pour les mêmes motifs énoncés plusieurs fois, nous ne pouvions conserver les dénominations purement minéralogiques et toujours locales que nous avons citées à la synonymie, car elles n'auraient fait que perpétuer des erreurs.

§ 2283. **Synonymie.** C'est, suivant la composition minéralogique, la *Craie*, le *Grès vert*, la *Craie tufau* des géologues français; le *Chalk-Marle* de Hamsey (Moris), ou le *Lower-Chalk.* Pour M. d'Archiac, c'est, suivant les lieux, dans le Périgord, la partie supérieure du 3e étage des *Calcaires blancs* à Rudistes; à Saint-Calais, la *Craie à silex;* partie inférieure du *Chalk formation* de M. Gideon-Mantell (Sussex); le *Grès vert inférieur*, de M. Michelin, Iconographie zoophytologique (mais non des Anglais); la *Craie chloritée*, ou *Grès vert supérieur*, de M. Mathéron (Uchaux).

*Type français.* Uchaux (Vaucluse); Montrichard (Loir-et-Cher);

Saumur (partie moyenne); Tours, route de Poitiers (partie moyenne); montagne des Cornes (Aude); les Martigues (Bouches-du-Rhône); le Beausset (Var) Couches à Hippurites).

§ 2281. **Extension géographique.** (*Voyez* l'étage 21 de notre carte, *fig.* 482.) Aussi nettement tracé que l'étage précédent, celui-ci nous offre l'horizon le plus marqué et le mieux caractérisé par la zone de Rudistes, identiquement la même en Saintonge, en Provence, en Espagne, en Italie, en Autriche et en Égypte. Si, pour le prouver, nous parcourons d'abord, en France, le pourtour du bassin anglo-parisien, nous le voyons au cap Blanc-Nez, près de Wissant (Pas-de-Calais), et nous croyons qu'il existe, sans interruption, tout autour du bassin de Paris; c'est, au moins, ce que nous porterait à croire le grand nombre de points isolés qui, comme des jalons, témoignent de son existence, au-dessous de la craie blanche, sur beaucoup de lieux où sa nature minéralogique ne le sépare pas d'une manière aussi tranchée qu'ailleurs. Voici, du reste, la série de ces points que nous avons pu vérifier. Nous le connaissons près de Cambrai (Nord); près de Vervins (Aisne); au nord de Réthel (Ardennes) près de Sainte-Ménéhould, à Valmy, à Dammartin, à Douchy, à Vitry-le-Français, à Gezancoux, à la Planchette (Marne); à Troyes, à l'ouest d'Auxon (Aube); à l'ouest de Saint-Florentin, à Neuvy-Sautour, près de Flogny (Yonne); à Sancerre (Cher). Il forme ensuite de puissantes couches exploitées comme craie tufau, soit à la surface, soit visibles seulement, au fond des vallées, à Montrichard, aux Essarts, à Bourré, à Selles, près de Saint-Martin (Loir-et-Cher), près de Loches, de Châtillon (Indre); à la montée de Tours, route de Poitiers; à Sainte-Maure, près des Ormes; à Saint-Georges, à Rochecorbon, à Chinon, à Loudun (Indre-et-Loire); à Châtellerault, à la Tricherie (Vienne); à la butte de Tourtenay (Deux-Sèvres). Il constitue la sommité des hauts coteaux de Saumur, de Doué (Maine-et-Loire); les couches exploitées à Poncé, à la Martre, à Château-du-Loir, à Grand-Lucé, à Courdemanche; et les couches crayeuses inférieures de la Chapelle-aux-Bois, de Sainte-Cérotte, de Saint-Germain, près de la Flèche (Sarthe), de Gacé (Orne). Les couches supérieures d'Honfleur (Calvados), du Havre; les couches inférieures de Rouen, de la côte du Phare, au nord de Fécamp (Seine-Inférieure), lui appartiennent encore. En faisant ainsi le tour du bassin parisien, on remarque que les couches, d'abord minces et peu distinctes de l'étage turonien, au nord et au nord-est, prennent une grande puissance dans toutes les régions sud-ouest du bassin, où elles constituent, à elles seules, les cinq sixièmes des terrains crétacés de ces contrées. On en voit encore un lambeau au pourtour du pays de Bray, non loin de Beauvais. — Nous ne mettons pas en doute qu'en Angleterre l'étage ne suive régulièrement, comme en France, la

même extension géographique que l'étage précédent (§ 2254). Il se voit certainement à Lewes, à Cart-Bourne, à Folkstone et à Norton.

Le bassin pyrénéen en offre une bande non interrompue, depuis les couches supérieures du Martrou, près de Rochefort, jusqu'à Gourdon, ou sur plus de 240 kilomètres d'extension géographique, où les couches sont souvent cachées par l'étage sénonien. Nous l'avons reconnu, dans la Charente Inférieure, au Martrou, près de la Clisse, entre Nancras et Saintes, route de Marennes, au milieu du coteau, à Pons, à Taillebourg, à Saintes, à Thaims; dans la Charente, aux couches inférieures de Cognac, à la partie élevée sur laquelle Angoulême est bâtie, et autour, à l'est et au sud, à tous les coteaux des environs; dans la Dordogne, aux Pilles, près de Périgueux; à Font-Barrade, près de Bergerac; à Grenouillers, à Mareuil, à Riberac, étudiées par M. Marauld; à la Roche-Beaucourt; dans le Lot, à Gourdon. De l'autre côté du bassin, nous l'avons reconnu dans l'ensemble des fossiles recueillis par MM. de Verneuil et Paillette, en Espagne, à Burgos, près de Saint-Ander; à Santa-Clara, ville d'Oviedo, où il a une grande puissance, et renferme les mêmes espèces qu'en France. Il existe, en Portugal, près de Lisbonne, où il a parfaitement été étudié par M. Daniel Sharpe; à Alcantara et à Sabero (royaume de Léon).

Dans le bassin méditerranéen, à l'aide des grands lambeaux disséminés, on retrouve encore la forme du bassin. Il est on ne peut mieux caractérisé dans les Corbières, où, dans le département de l'Aude, il forme toutes les couches à Hippurites des environs de Souladge, de Sougraigne, de l'abbaye de Fontfroide, de Fourtou, le sommet de la montagne des Cornes, près des bains de Rennes, si célèbre par les écrits de Picot de Lapeyrouse. Le Gard en offre un lambeau au Sautadet, et entre Aigaliers et Gâtigues, arrondissement d'Uzès; un autre dans l'Ardèche, de Vagnas jusque auprès de Salavas. L'un des plus connus par ses beaux fossiles est celui du département de Vaucluse, qui couvre les collines de Mondragon, de Bollène, de Sommelongue, du château de Mussignan, près d'Uchaux, et qui paraît se continuer jusqu'à Piolenc. Il existe encore dans la Drôme, à Dieu-le-Fit. Dans les Bouches-du-Rhône, un lambeau apparaît sous les terrains tertiaires près de la Fare; un second, plus remarquable, sur le bord méridional de l'étang de Bère, et aux environs de Martigues; un autre près de Marseille, à Figuières, à Candelon, à Brignoles, à Bagnols, à Allauch. Dans le Var, un vaste lambeau, très-curieux à étudier, s'étend de la Ladière au Beausset; un autre existe à Trigance, près de Draguignan.

On poursuit ses traces en Espagne, en Catalogne, près des frontières de France; en Algérie, à Biskara, à Alcanta, province de Constantine. *En Italie*, on en trouve dans la Brianza, d'après MM. Villa, plu-

sieurs lambeaux, notamment à Molteno, à Massana, à Tegnone, à Nava, à Cagliano, à Sirone, près d'Oggiono, province de Milan, à Bocco du Pliombio ; dans le Véronais et le Vicentin, à Romagnano, à Fidis San-Orso, au mont Pigné, près de Santa-Croce; dans le Bellunois. au mont Alpago. En Sicile, M. de la Marmora l'a reconnu dans la partie septentrionale de l'île. Il existe près de Trieste. M. Boblaye l'a rencontré en Morée; M. Virley, dans les îles du nord de la mer Égée, sur les côtes de la Thrace, en Troade. En Autriche, il offre, dans les Alpes, au Salzbourg, un lambeau très-connu sur lequel MM. Murchison, Sedgwick et Boué ont écrit d'importants mémoires. Nous reconnaissons cet étage d'après les fossiles, et la superposition indiquée par ces géologues à Gosau, à Russbach, à Rehnabelge, sur le pied septentrional du mont Untersberg, entre Reichenhall et Salzbourg; aux environs de Kieslau, sur les frontières de l'Autriche et de la Styrie supérieure; aux environs de Wand (Basse-Autriche); dans les environs d'Alt-Aussée; dans la Styrie, à Windisch-Gersten. — L'étage paraît exister en Silésie, à Kieslingswalde ; dans le Hanovre, à Peine, à Iseburg; dans la Bohême, à Kutschlin, à Korièzan. — M. Viquesnel l'a retrouvé sur une grande surface de la Turquie d'Europe, notamment à Gouzinié, au nord et à l'ouest des montagnes de la Servie, et de la Mésie supérieure ; à Mikinie, en Bosnie. Nous l'avons parfaitement reconnu dans les fossiles rapportés du mont Sinaï par M. Lefèvre. — En résumé, on voit que l'étage se trouve sur une grande surface, en Europe et en Afrique.

§ 2285. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 21 de nos coupes, *fig.* 393, 428,

Nancras. La Clisse. Saintes.
Charente
20 21 22

*Fig.* 530. Coupe géologique de Saintes à Nancras (Charente-Inférieure).

499 et 530.) Partout où nous avons signalé à la fois, sur le même point, les étages cénomanien et turonien, ce dernier repose en couches concordantes sur l'autre, et suit, en tout, les mêmes allures, au pourtour des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen. Il ne peut donc rester aucun doute sur la succession régulière dans l'ordre chronologique de cet étage, après l'étage cénomanien qu'il recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacune.

§ 2286. **Discordances.** Nous avons, à l'étage précédent, indiqué les limites inférieures de la période turonienne marquées par des discordances d'isolement et de remaniement (§ 2257). Il ne nous reste donc plus qu'à tracer les limites supérieures. Pour séparer l'étage turonien

de l'étage sénonien qui lui a succédé régulièrement, nous avons encore de très-vastes surfaces de discordances d'isolement, déterminées surtout par le manque, sous l'étage sénonien, de l'étage turonien, qui aurait dû nécessairement s'y déposer, s'il n'y avait eu une perturbation géologique générale et des changements de niveau des mers entre les deux; ce qui a déterminé ces isolements si considérables. Nous remarquons d'abord l'isolement, sur les étages carboniférien et devonien de la Belgique et de la Prusse, près d'Aix-la-Chapelle, d'une vaste surface ; un petit lambeau de l'étage sénonien seul, sur les terrains jurassiques aux environs d'Orglandes (Manche); un autre près de Saint-André-de-Méouille, dans les Basses-Alpes. Nous signalerons l'isolement de ces vastes lambeaux de craie sénonienne, sans l'étage turonien, qui s'étendent de la Gallicie jusqu'à l'Oural, ou sur une étendue de près de 40 degrés en longitude; lambeaux qu'on voit dans la Gallicie, la Volhynie ; et, en Russie, dans les gouvernements de Tchernigof, d'Orel, de Kursk, de Kharkof de Voroneje, des Cossacks, de Saratof, de Symbirk, d'Orembourg et de Kirghis. Le même isolement a lieu peut-être dans la Suède, à Kossengemalla, à Ignaberga, à l'île d'Ifo, etc.— On retrouve le même fait sur tous les points de l'Amérique septentrionale où l'on a signalé des terrains crétacés, ou sur près de 30 degrés de longueur; par exemple, dans le New-Jersey, dans la Virginie, les Carolines, la Géorgie, l'Alabama, le Mississipi, le Tennessee, l'Arkansas, le Texas, et jusqu'aux montagnes rocheuses, et une partie du Mexique. On trouve encore l'étage sénonien sans l'étage turonien, à Concepcion du Chili, dans l'Amérique méridionale, et à Pondichéry, à Verdachellum et à Trinchinopolis, dans les Indes orientales. C'en est assez, nous le croyons, pour prouver jusqu'à l'évidence les profondes discordances qui séparent l'étage turonien de l'étage sénonien.

§ 2287. **Déductions tirées de la position des couches.** Les couches superposées régulièrement et presque dans leur état normal d'inclinaison, plongeant légèrement vers le centre des bassins, nous font regarder comme des parties encore intactes des anciens rivages turoniens les dépôts qu'on voit au pourtour du bassin anglo-parisien, à l'est, à l'ouest et au nord; car les failles plus ou moins prononcées qu'on remarque sur quelques points, comme à Fécamp (*fig.* 515), et sur d'autres lieux, ne changent rien à l'ensemble. La même chose existe sur la partie nord du bassin pyrénéen, depuis la Charente-Inférieure jusqu'au Lot. Au pays de Bray, dans les Pyrénées espagnoles, et dans le bassin méditerranéen, que les couches soient fortement disloquées, comme à Martigues, au Beausset, ou qu'elles présentent des pentes douces, elles n'en ont pas moins subi les mêmes perturbations géologiques que les étages sous-jacents, et, partout, elles ont été disloquées.

§ 2288. **Composition minéralogique.** La variabilité des caractères minéralogiques des couches, que nous avons signalée à l'étage cénomanien, n'est pas moindre dans celui-ci. — A la partie septentrionale et orientale du bassin anglo-parisien, ce sont des craies marneuses, grises, à contexture très-fine, au cap Blanc-Nez, à Vitry-le-Français ; ou de la craie entièrement blanche, à grains très-fins, mais un peu argileuse, dans l'Aube, l'Yonne et la Seine-Inférieure, où elles contiennent peu de fossiles. Dans toute la Touraine et une partie de la Sarthe, ce sont des craies tufau, grenues, blanches ou jaunâtres, remplies de paillettes de mica, et renfermant des Ammonites. A la partie septentrionale du bassin pyrénéen, ce sont, sur quelques points, comme à Martrou, des couches de craie tufau; ou, à la Clisse, à Pons, à Angoulême, aux Pilles, de la craie blanche grenue, plus ou moins compacte, remplie de Radiolites et autres Rudistes Dans le bassin méditerranéen, on trouve plus de variations. Dans les Corbières, à la montagne des Cornes, ce sont des calcaires assez compactes ou argileux, blancs ou gris, formés d'un amas de Radiolites et d'Hippurites. A Piolenc, à la Fare, à Martigues, près l'étang de Berre, et au Beausset, ce sont des calcaires à gros grains, plus ou moins argileux, blancs, gris, jaunes ou bleuâtres, renfermant partout des Radiolites et des Hippurites. Aux environs d'Uchaux, deux séries de couches se succèdent : l'une, inférieure, composée de craie argileuse blanchâtre ; l'autre, supérieure, formée de grès quartzeux rouges. Les mêmes grès se rencontrent encore à Trigance. Quand on voit les grès d'Uchaux, les calcaires à Hippurites des Corbières et de la Provence, la craie tufau des bords de la Loire, et la craie blanche des autres points, occuper la même position relative au-dessus de l'étage cénomanien, et contenir partout des fossiles spéciaux et identiques, il est impossible, à moins d'annuler, à la fois, la stratification et la valeur des faunes fossiles, de ne pas y voir l'étage le mieux caractérisé et surtout le plus facile à distinguer par ses fossiles. On y voit encore combien le caractère minéralogique est illusoire.

§ 2289. **Puissance connue.** L'étage acquiert une assez grande épaisseur dans la Touraine, la Charente, la Charente-Inférieure et dans la Provence ; mais sur aucun point il n'a cette puissance de près de 200 mètres que M. de Verneuil lui a reconnue près de Saint-Ander et d'Oviedo en Espagne.

§ 2290. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous retrouvons ici beaucoup de faits très-curieux à constater.

*Points littoraux des mers.* L'abondance des corps flottants nous fait considérer comme s'étant déposées au niveau supérieur des marées les couches des points suivants, si remplies d'Ammonites et de Nautiles. Dans le bassin anglo-parisien : la montagne Sainte-Catherine à Rouen, où

l'on trouve l'*Ammonites Lewesiensis*, de près de 1 mètre de diamètre. tout l'est et le sud-ouest du bassin ; dans le département de Loir-et-Cher, à Montrichard ; dans Indre-et-Loire, à Tours, à Maury, à Chinon ; dans les Deux-Sèvres, les carrières de Tourtenay ; dans le Maine-et-Loire, les carrières de Saumur ; dans la Sarthe, à Poncé, à la Chartre et à Grand-Lucé. — En Angleterre, à Lewes et à Cast-Bourne.—Dans le bassin pyrénéen, nous citerons les couches moyennes de Martrou, près de Rochefort ; dans le Lot, Gourdon. — Dans le bassin méditerranéen, les couches de Sommelongue, près d'Uchaux (Vaucluse) ; Dieu-le-Fit (Drôme). Si, d'un côté, les sédiments fins et les fossiles très-intacts annoncent des dépôts faits tranquillement sur des côtes peu agitées, à Uchaux nous avons le contraire. Les corps flottants mélangés, pêle-mêle, avec des fossiles de Gastéropodes, de Lamellibranches, et même de Rudistes roulés, dépendants de diverses zones de profondeur, y font reconnaitre tous les caractères d'un rivage agité.

§ 2290 *bis*. **Points littoraux voisins des côtes.** L'abondance de Lamellibranches et de Gastéropodes, jointe au manque de coquilles flottantes, nous font regarder comme s'étant déposées non loin des côtes quelques couches de la Touraine, de la Sarthe, du Loir-et-Cher, de l'Indre-et-Loire et de Vaucluse.

§ 2291. **Points sous-marins plus profonds.** La finesse des éléments sédimentaires, la présence seule de quelques fossiles non flottants dans toute la région septentrionale et orientale du bassin parisien, depuis le département des Ardennes jusqu'à l'Yonne, ne dénotent que des dépôts sous-marins, formés soit au-dessous des courants, soit dans des parties très-abritées. Comme ces parties bordent géographiquement le bassin parisien, il faudrait croire que les véritables parties littorales auraient été enlevées par des dénudations postérieures à leur dépôt sur toute cette ligne.

§ 2292. **Récifs de la mer turonienne.** Par les bancs de Rudistes du bassin pyrénéen, de Pons, de Jonzac (Charente-Inférieure), d'Angoulême (Charente), des Pilles (Dordogne) ; du bassin méditerranéen aux bains de Rennes (Aude), d'Alais (Gard), de Piolenc (Vaucluse), du Beausset, de la Cadière (Var), de Martigues, de Figuières, de la Fare (Bouches-du-Rhône) ; de Gozau, et tant d'autres points de l'Italie, de l'Autriche, de la Turquie d'Europe, de l'Afrique, du mont Sinaï, etc., où nous avons signalé notre 3e zone de Rudistes, nous reconnaissons les plus beaux types de récifs encore en place, tels qu'ils se sont formés sous l'influence des courants sous-marins. Rien de plus curieux que cet assemblage d'Hippurites encore perpendiculaires, isolées ou en groupes, qu'on voit au sommet de la montagne des Cornes, dans les Corbières, sur les bords de l'étang de Bère, en

dehors de Martigues, à la Cadière, à Figuières et surtout au-dessus du Beausset, près de Toulon. Il semblerait que la mer vient de se retirer, et de montrer encore intacte la faune sous-marine de cette époque, telle qu'elle a vécu. En effet, ce sont des groupes énormes d'Hippurites en place, entourés des Polypiers, des Échinodermes, des Mollusques qui vivaient réunis dans ces colonies animales, analogues à celles qui vivent sur les récifs de coraux des Antilles et de l'Océanie. Pour que cet ensemble nous ait été conservé, il faut qu'il ait été, d'abord, recouvert subitement de sédiments qui, en se détruisant, aujourd'hui, par suite des agents atmosphériques, nous découvrent cette nature des temps passés, dans ses plus secrets détails.

§ 2293. La contemporanéité des dépôts du bassin anglo-parisien, où ces bancs sous-marins manquent, est marquée par la présence, sur quelques points, de Radiolites isolées, des mêmes espèces que dans ces zones; comme M. Michelin l'a constaté à Rouen, M. Leymerie dans l'Aube, M. Gallienne à la Flèche, à Sainte-Cérotte, c'est-à-dire sur des points très-éloignés les uns des autres, dans le bassin anglo-parisien. Ces faits, joints à l'ensemble des résultats stratigraphiques et à la circonscription des faunes, prouvent la contemporanéité de dépôts de ces différents bassins.

§ 2294. **Fossiles remaniés.** Nous avons dit (§ 2267) qu'au milieu de l'étage turonien, à la montagne Sainte-Catherine, près de Rouen, et au-dessus, à Fécamp, on trouvait des fossiles de l'étage cénomanien remaniés dans l'étage turonien.

§ 2295. **Oscillations du sol.** La conservation des points littoraux, et l'alternance de dépôts côtiers littoraux faits au niveau des marées avec les dépôts sans corps flottants et faits au-dessous, qu'on remarque sur plusieurs points de la Touraine, donnent la certitude que des oscillations du sol ont été fréquentes durant l'étage turonien.

§ 2296. **Caractères paléontologiques.** L'ensemble de la faune turonienne représente, à côté d'une disparité presque complète des espèces, une grande analogie générique avec la faune de l'étage cénomanien. Néanmoins on y voyait, pour la première fois, un assez grand nombre de genres (33), parmi lesquels déjà quelques formes que nous voyons prendre leur maximum dans les terrains tertiaires, comme les genres *Pyramidella*, *Ovula*, à côté de formes encore spéciales aux terrains crétacés, comme les *Acteonella*, les *Caprinula*, les *Hippurites*, etc. C'est le règne des Brachiopodes cirridés, pendant lequel se développent un grand nombre de genres qui constituent notre 3ᵉ *zone de Rudistes*. Par un nombre plus grand (24) de genres existant depuis plus ou moins longtemps qui s'éteignent au commencement de cet étage, on voit qu'il y a déjà une légère tendance à un changement dans

les formes génériques propres aux terrains crétacés. Voici, du reste, les caractères plus spéciaux de l'étage.

§ 2297. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage turonien de l'étage précédent, nous avons 36 genres qui, nés avec ou antérieurement, ont également cessé d'exister à la fin de ce même étage sans se continuer à l'étage turonien (§ 2274).

§ 2298. Pour limites entre l'étage turonien et l'étage sénonien, qui lui est supérieur, nous avons, comme caractères négatifs, 83 genres qui manquent encore dans l'étage turonien et n'apparaissent que dans le suivant. Ces genres sont distribués ainsi qu'il suit dans les classes : Parmi les Oiseaux, un genre de notre 2e tableau; parmi les Reptiles, les 3 genres de notre 3e tableau ; parmi les Poissons, 26 genres; parmi les Crustacés, 2 genres ; parmi les Gastéropodes, les 5 genres de notre 7e tableau; parmi les Brachiopodes, les 3 genres de notre 9e tableau ; parmi les Bryozoaires, les 6 genres de notre 10e tableau ; parmi les Échinodermes, les 11 genres de nos tableaux nos 11 et 12 ; parmi les Zoophytes, les 7 genres de notre 13e tableau ; parmi les Foraminifères, les 12 genres de notre 14e tableau ; parmi les Amorphozoaires, les 7 genres de notre 15e tableau. En résumé, nous aurions 109 genres ou formes animales pouvant donner des caractères négatifs pour l'étage turonien.

§ 2299. **Caractères positifs tirés des genres.** Les genres qui, encore inconnus à la période cénomanienne, naissent dans la période turonienne seront autant de caractères positifs pour la distinguer des étages inférieurs. Ces genres, au nombre de 33, sont ainsi distribués dans les séries animales : Parmi les Gastéropodes, les genres *Pyramidella*, *Ovula*, *Acteonella ;* parmi les Brachiopodes, les genres *Caprinula*, *Hippurites*, *Biradiolites ;* parmi les Échinodermes, le genre *Echinolampas* ; parmi les Zoophytes, les genres *Rhipidogyra*, *Pleurocœnia*, *Lasmogyra*, *Nullipora*, *Diplorea*, *Meandrastrea*, *Heterophyllia*, *Actinacis*, *Crinopora*, *Cyclolites*, *Perismilia*, *Cladocora*, *Columellastrea*, *Goniastrea*, *Morphastrea*, *Heterocœnia*, *Actinocœnia*, *Trochosmilia*, *Hydnophora*, *Placosmilia*, *Stylocœnia* et *Diploctenium ;* parmi les Foraminifères, les genres *Biloculina*, *Triloculina* et *Conulina ;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Meandrospongia*.

§ 2300. De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage turonien sont, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, autant de caractères positifs qui peuvent servir à le distinguer de l'étage sénonien, où ils sont encore inconnus. Ces genres, au nombre de 11, sont les suivants : Parmi les Brachiopodes, le genre *Caprinula ;* parmi les Zoophytes, les genres *Pleurocœnia*, *Lasmogyra*, *Meandrastrea*, *Heterophyllia*, *Actinacis*, *Crinopora*, *Columellastrea*, *Heterocœnia* et *Tro-*

*chosmilia;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Meandrospongia*. En y ajoutant les 16 genres qui, nés antérieurement, se sont encore éteints dans cet étage, sans passer à l'étage sénonien : Parmi les Céphalopodes, le genre *Ceratites;* parmi les Échinodermes, les genres *Hemicidaris*, *Pedina*, *Holectypus* et *Archiacia;* parmi les Zoophytes, les genres *Acrosmilia*, *Thecosmilia*, *Lasmosmilia*, *Enallocœnia*, *Polyphyllastrea*, *Pachygyra*, *Microphyllia*, *Actinoseris*, *Barysmilia*, *Cyclocœnia*, *Pleurocora* et *Dactylacis*, nous aurons 27 genres pouvant donner des caractères positifs différents.

§ 2301. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Indépendamment des espèces d'Animaux vertébrés et annelés, nous avons, seulement en Animaux mollusques et rayonnés, 380 espèces dont nous avons pu constater l'horizon stratigraphique, et dont, après discussion critique, nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 2, p. 189 et suivantes), les noms discutés, la synonymie, et les principales localités où elles ont été recueillies (1). Sur ce nombre, 1 espèce s'étant rencontrée dans l'étage turonien, et 2 espèces, le *Capsa discrepans* et le *Cyclolites elliptica*, s'étant rencontrées dans les étages turonien et sénonien, il nous reste encore 377 espèces caractéristiques propres à tous les facies de dépôts, et se rencontrant dans toutes les formes minéralogiques des couches.

§ 2302. Parmi ces espèces, les plus caractérisées, les plus communes, et, par conséquent, les plus propres à faire reconnaître l'étage, nous serviront encore à prouver, par leurs localités inscrites dans le *Prodrome*, que tous les points que nous avons donnés à l'extension géographique sont bien des dépendances de la même faune. Ces espèces, communes aux divers bassins, à l'Autriche, à l'Angleterre aussi bien qu'à la France, démontrant la contemporanéité d'âge de tous les points, sont les suivantes :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome |
|---|---|
| Nautilus sublævigatus. | 2 |
| Ammonites Woolgarii. | 4 |
| — peramplus. | 7 |
| — Lewesiensis. | 9 |
| — papalis. | 12 |
| — rusticus. | 14 |
| Turritella Uchauxiana. | 23 |
| Nerinea Requieniana. | 35 |
| Acteonella lævis. | 44 |
| — crassa. | 45 |
| Natica lyrata. | 49 |
| — subbulbiformis. | 51 |
| Pleurotomaria Galliennei. | 65 |
| Voluta elongata. | 70 |
| Cerithium peregrinum. | 84 |
| Gastrochœna Marticensis. | 102 |
| Arcopagia semiradiata. | 104 |

(1) *Voyez* aussi, pour les descriptions et les figures de toutes les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires de France, notre *Paléontologie française, terrains crétacés.*

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Venus Renauxiana. | 108 |
| Cyprina intermedia. | 115 |
| — Noueliana. | 116 |
| Trigonia scabra. | 117 |
| Cardium Renauxianum. | 121 |
| — guttiferum. | 122 |
| Arca Noueliana. | 133 |
| — Matheroniana. | 136 |
| Pinna quadrangularis. | 143 |
| Inoceramus problematicus. | 157 |
| Pecten Puzosianus. | 160 |
| — curvatus. | 161 |
| Spondylus Hippuritarum. | 166 |
| Rhynchonella deformis. | 170 |
| — Cuvieri. | 171 |
| Terebratula obesa. | 176 |
| Hippurites cornu-vaccinum. | 177 |
| — organisans. | 178 |
| Caprina Aguilloni. | 186 |
| Radiolites Ponsiana | 190 |
| — radiosa. | 192 |
| — acuticosta. | 196 |
| Biradiolites cornu-pastoris. | 209 |
| **ÉCHINODERMES.** | |
| Hemiaster Fourneli. | 224 |
| **ZOOPHYTES.** | |
| Cyclolites undulata. | 237 |
| Funginella hemisphærica. | 240 |
| Thecosmilia rudis. | 258 |
| Enallocœnia ramosa. | 284 |
| Synastrea composita. | 301 |

Nous donnons ici quelques exemples de cette faune de l'étage turonien (*fig.* 531 à 539).

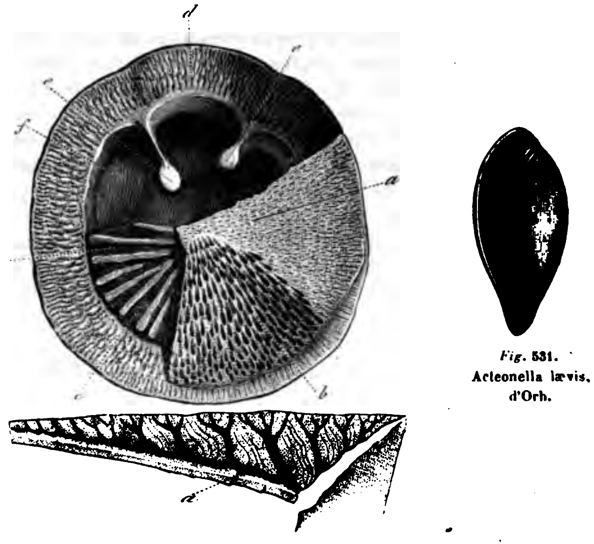



*Fig.* 531. Acteonella lævis, d'Orb.

*Fig.* 535. Hippurites bioculata.



*Fig.* 532. Voluta elongata, Sow.



*Fig.* 536. Hippurites Toucasiana.





*Fig.* 537. Caprina Aguilloni.

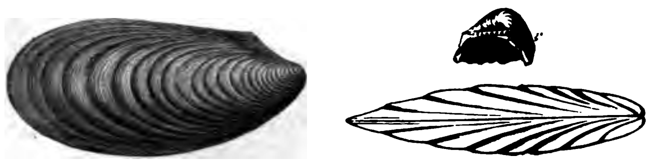


*Fig.* 534. Inoceramus problematicus.

*Fig.* 533. Trigonia scabra.

*Fig.* 539. Cyclolites elliptica.

*Fig.* 538. Meandrina Pyrenaica.

§ *2303*. **Chronologie historique.** La fin de l'étage cénomanien, dé-

terminée par une perturbation géologique (§ 2281), a été marquée par l'anéantissement de 26 genres (§ 2274) et de 841 espèces (§ 2275) d'Animaux mollusques et rayonnés, composant la partie qui nous est connue de la faune de cet étage. Après un laps de temps plus ou moins considérable, sont nés, avec l'étage turonien, 33 genres (§ 2299) inconnus aux époques antérieures, et 379 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés (§ 2301), indépendamment des Animaux vertébrés et annelés, et des plantes qui animaient les mers et les continents.

§ 2304. Les mers (*voy.* étage 21 de notre carte, (*fig.* 482) sont, à peu de chose près, restées les mêmes qu'à l'étage cénomanien (§ 2278); néanmoins, les eaux paraissent s'être retirées de plusieurs points, notamment dans le bassin pyrénéen, de la Loire-Inférieure à la Vendée; dans le bassin méditerranéen, sur tous les points connus de la chaîne des Alpes, de la Malle (Var) (*fig.* 433) jusqu'en Suisse. D'un autre côté, les mers auraient gagné sur des points éloignés de nos bassins français.

§ 2305. Les continents ont subi des changements correspondants, au moins pour les parties qui nous sont connues; changements qui remplacent, par des points exondés, les lieux où la mer cénomanienne faisait des dépôts marins dans la Vendée et dans les Alpes, et tout autour du bassin anglo-parisien.

§ 2306. Les mers sont très-animées; on voit, près des rivages, un grand nombre de Mollusques, d'Échinodermes; mais cette mer est aussi remarquable par les nombreux récifs sous-marins qu'elle montre sur de vastes surfaces: récifs anciens, qui constituent notre 3e zone de Rudistes, remarquable par l'assemblage des nombreux Brachiopodes cirridés, tels que les Hippurites, les Radiolites, les Caprines, et cette immense quantité de coraux variés qui les accompagnent partout. Les Polypiers y sont, en effet, à l'un de leurs règnes de développement de formes.

§ 2307. Les continents, à en juger par les bois fossiles qu'on y rencontre souvent, devaient avoir une brillante végétation; mais ces plantes, comme les animaux terrestres, ne sont pas arrivées jusqu'à nous, et ont été détruites dans les perturbations géologiques. Les oscillations du sol paraissent avoir existé.

§ 2308. Nous avons vu, à la discordance, qu'indépendamment de quelques points isolés en France et en Prusse nous avions, en Russie, une surface longue de 40 degrés en longitude (§ 2286); une autre de 30 degrés d'extension dans l'Amérique septentrionale, d'autres encore dans l'Amérique méridionale et dans l'Inde, qui, parce qu'elles n'ont pas participé aux dépôts turoniens, devaient alors être surélevées. Comme elles ont été envahies par la mer de l'étage sénonien, il est impossible que cet envahissement ait eu lieu sans qu'il se soit fait, sur toutes ces surfaces, un

affaissement considérable, à la fin de l'étage turonien et avant les premiers dépôts sénoniens. Ces affaissements s'étendent de la zone torride dans l'hémisphère sud jusqu'au 34° ; dans l'hémisphère nord jusqu'au 56°, ou sur l'immense étendue de 90 degrés en latitude, quart de la circonférence du globe terrestre. En longitude, ils font pour ainsi dire le tour du monde, puisque nous les voyons sur tous les grands continents. Nous pensons donc qu'un changement aussi considérable, exercé sur tous les points de la terre à la fois, a suffi et au delà pour amener la fin de l'étage turonien dans le monde entier, et pour déterminer les limites des faunes sur les parties des mers restées intactes, comme en France, en Angleterre, en Espagne, durant cette grande perturbation générale.

## 22e Étage : SÉNONIEN, d'Orb.

*Première apparition* des ordres de Poissons cycloïdes et cténoïdes, des Foraminifères entomostègues ; des genres *Conus*, *Phorus*, *Murex*, *Megathiris*, *Lunulites*, *Globigerina*. *Rosalina*, etc.

*Règne* des classes des Mollusques bryozoaires et des Amorphozoaires; des genres *Baculites*, *Scaphites*, *Belemnitella*, *Rostellaria*, *Lima*, *Trigonia*, *Inoceramus*, *Crania*, *Thecidea*, *Entalophora*, *Eschara*, *Vincularia*, *Holaster*, *Micraster*, *Cyclosmilia*, *Frondicularia*, *Flabellina*, *Coscinopora*, etc.

*Fin du règne* des Céphalopodes tentaculifères, des Brachiopodes cirrhidés, des Amorphozoaires testacés, des Ammonites.

*Zone* du *Belemnitella mucronata*, de l'*Ammonites Pailletteanus*, du *Scaphites compressus*, du *Nerinea bisulcata*, du *Pholadomya æquivalvis*, du *Trigonia limbata*, du *Gervilia solenoides*, de l'*Inoceramus regularis*, du *Pecten Dujardini*, du *Janira quadricostata*, des *Ostrea larva* et *vesicularis*, du *Rhynchonella vespertilio*, du *Thecidea papillata*, de l'*Ananchytes ovata*, du *Micraster cor-anguinum*, du *Bourgueticrinus ellipticus*.

*Quatrième zone* de *Rudistes*.

§ 2309. **Dérivé du nom.** On a donné le nom de *Craie blanche* à cette immense surface de craie supérieure, essentiellement blanche, du bassin parisien. Cette dénomination lui est, en effet, très-applicable, à Meudon et dans la Champagne ; mais elle peut, ailleurs, devenir la source de plus d'une erreur. Certaines parties des étages cénomanien et turonien, à Saint-Sauveur, à Saint-Florentin, sont, comme on l'a vu, très-blanches, et ne diffèrent pas, minéralogiquement, de la véritable craie blanche, tandis qu'au contraire, dans les Pyrénées, l'étage qui nous occupe est bleuâtre, qu'à Tours il est jaune, qu'à Saintes et à Cognac, il ressemble à ce qu'on a nommé Craie tufau. Il en résulte

que, d'un côté, l'on peut appeler, minéralogiquement, Craie blanche, des étages bien différents par leur stratification et leurs faunes fossiles ; tandis qu'en d'autres lieux, ce même horizon ne saurait plus être appelé Craie blanche, attendu qu'il est de toute autre couleur, ou même à l'état de grès. C'est pour obvier à ces inconvénients que nous lui avons donné, en 1843, le nom d'*étage sénonien*, la ville de Sens, l'antique *Senones*, étant située précisément au milieu de la partie de l'étage la mieux caractérisée.

§ 2310. **Synonymie.** Suivant les fossiles, c'est la *Craie à Baculites*, la *Craie à Thécidées*, de M. Desnoyers

*Suivant la superposition*, c'est le *Terrain crétacé supérieur*, la *Craie blanche*, de MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy ; c'est l'étage *sénonien*, d'Orbigny (1843).

*Suivant la composition minéralogique*, c'est la *Craie blanche* de Paris des géologues français, le *Chalk* de MM. de la Bèche et Phillips, l'*Upper-Chalk* de M. Morris, *la Kreide* des Allemands, le *Terrain isémien pélagien* de M. Brongniart, le *Terrain supercrétacé* (partie de Maestricht) de M. Huot, la *Scaglia* des Italiens ; les *Sables d'Aix-la-Chapelle*, la *Smectique de Verviers*, l'*Argile de Sirmich*, le *Tufau de Maestricht*, de M. d'Omalius d'Halloy ; l'*Obere Kreide*, l'*Oberer Kreidemergel*, l'*Untere Kreide*, et la *Planer Kreide*, de M. Rœmer ; le *Calcaire jaune* et une partie de la *Craie tufau* de la Touraine ; le 1er *Étage calcaire jaune supérieur* de la Dordogne, et le 2e *Etage craie tufau* (Cognac, Saintes, Périgueux) ; la *Craie grise*, la *Craie tufau* d'Aix, de M. d'Archiac. C'est la partie supérieure du *Chalk-formation*, de M. Mantell (Sussex) ; le *Bed of sand, with marly intermixture*, et l'*Argilaceous-Limestone* de M. Hale (province d'Alabama), la *Craie chloritée*, supérieure (partie) de M. Mathéron, l'*Etage crayeux* (partie) de M. Cordier ; les *systèmes Aachénien* (regardé comme de la formation waeldienne), *Hervien*, *Sénonien* et *Maestrichtien*, de M. Dumont, pour les couches des environs d'Aix-la-Chapelle et de Maestricht, où, malgré la diversité de composition minéralogique, nous ne voyons, par les fossiles, qu'une seule et même époque.

*Type français* sous-marin : Épernay, Meudon, Sens, Vendôme, Tours (tranchée de la route de Paris), Royan (1), Cognac, Saintes ; Maestricht, Cypli.

§ 2311. **Extension géographique.** (Voyez étage 22e de notre carte, *fig.* 482.) Nous arrivons à l'horizon crétacé le plus vulgaire, sur certains points, par sa nature minéralogique. En effet, il n'est pas un géologue qui ne connaisse, en France, cette vaste extension de craie blanche qui

(1) Nous l'avons ainsi classé dès 1843, *Paléontologie française*, t. II, p. 415.

couvre le nord et le nord-est du bassin anglo-parisien, et dont les limites sont si bien représentées dans la belle carte géologique de MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont. Nous allons, du reste, indiquer les limites géographiques de ces régions si connues, et ajouter beaucoup d'autres points répartis sur les diverses parties du monde où nous avons reconnu l'étage sénonien, d'après l'étude stratigraphique et la faune qui le caractérise. La mer de cet étage couvrait, en France, tout le centre du bassin anglo-parisien, depuis Vitry-le-Français jusqu'aux côtes de la Manche, et en Angleterre; de Tours jusqu'au cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais). Bien qu'il soit recouvert au centre par les terrains tertiaires, il n'en montre pas moins, çà et là, dans le fond des vallées, quelques parties qui dénotent partout son existence. Sur le littoral de la mer, sauf quelques légères interruptions, on le voit former la plus grande partie des falaises de craie, depuis le Havre jusqu'à Étaples. Sa puissance est immense à Étretat, à Criqueport, à Fécamp, à Dieppe, à Saint-Valery-en-Caux, à Montreuil et à Étaples; puis, après une interruption formée par les terrains jurassiques du Boulonnais, on le voit reparaître au cap Blanc-Nez. Indépendamment du littoral, il se montre dans la vallée de la Seine, au-dessus de Rouen, aux Andelys, à Louviers, à Évreux, à Mantes, à Meudon et à Marly, près de Paris; dans la vallée de Dieppe, tout autour du lambeau plus ancien du pays de Braye, près de Beauvais, de Chaumont, de Méru, etc.; dans les vallées de l'Arque, de la Yères, de la Bresle, de Tréport, de la Somme, de l'Autie et de la Canche. Maintenant, si nous continuons autour du bassin anglo-parisien, nous le verrons former une large surface dirigée au sud-est. Dans le Pas-de-Calais, elle passe par Béthune; dans le Nord, à Douai, à Cambrai; dans la Somme, à Péronne; dans l'Aisne, à Saint-Quentin, à Ribemont, à Vervins; dans les Ardennes, à Réthel, à Neufchâtel; dans la Marne, à Reims, à Chavot, à Ablois, près d'Épernay, à Châlons-sur-Marne, à Vitry, à Sézanne; dans l'Aube, à Arcis, au-dessus de Troyes, à Nogent; dans l'Yonne, à Sens, à Joigny, à l'ouest de Saint-Fargeau. Plus au sud, partout recouvert par les terrains tertiaires, l'étage sénonien se voit, néanmoins, dans le Loiret, au nord de Montargis, à Châtillon. Bien qu'une légère différence de composition minéralogique ait empêché de le reconnaître ailleurs, nous l'avons retrouvé, avec tous ses caractères, dans le département de Loir-et-Cher, à Saint-Gervais, près de Blois, à Couture, à Montoire, à Vendôme, aux Roches, au Songé, etc.; dans l'Indre-et-Loire, à Tours, à la tranchée de la grande route de Paris, et sur une grande surface du cours de la Loire, en remontant ou descendant. La vallée de Saint-Christophe le montre aussi; et nous l'avons encore revu au-dessus de Chinon; dans la Sarthe, aux couches supérieures de Poncé, de Sainte-Cérotte, à Saint-Frimbault, à Saint-Ger-

main, près de la Flèche ; dans l'Orne, dans le Calvados, à Honfleur. Un petit lambeau se voit dans la Manche, à Sainte-Colombe, à Orglandes, à Golleville et à Fréville, à la fosse de la Bonneville. Par les lignes que nous avons suivies, on voit que l'étage sénonien forme un vaste cercle, pour ainsi dire non interrompu, autour du bassin anglo-parisien, en France, et que la répartition géographique en est la même que celle de l'étage précédent ; seulement il se trouve toujours en dedans et plus au centre du bassin.

La continuation du même bassin se trouve en Angleterre, où nous voyons l'étage couvrir une vaste surface à l'est, depuis la Manche jusqu'au Yorkshire. Ses limites occidentales sont : le Dorsetshire, le Wiltshire, le Berkshire, l'Oxfordshire, le Buckinghamshire, le Bedfordshire, le Cambridgeshire, le Norfolk et le Yorkshire. A l'est, l'étage se cache sous la mer, dans le Yorkshire, et sous les terrains tertiaires, dans le Norfolk, le Suffolk, l'Essex ; mais fait le tour des étages crétacés, plus anciens, du Kent, du Surrey et du Sussex, où se trouve la continuation du Boulonnais et de la Belgique. En effet, par les fossiles, nous ne trouvons dans le vaste lambeau de la Belgique et de Maestricht que l'étage sénonien. Il s'étend sur la rive gauche de la Meuse, depuis l'ouest, de Visé, par Halebaye, Nivelle, Lanage, le château de Castor, jusqu'à Saint-Pierre de Maestricht, et de l'autre côté, à Aix-la-Chapelle, et de là à Hervé. Ici, tous les terrains crétacés dépendent de cet étage, quelle qu'en soit la composition minéralogique ; un petit lambeau se voit encore à Cypli, près de Mons.

Dans le bassin pyrénéen, l'étage n'est pas moins bien tracé que dans le bassin anglo-parisien, et avec les mêmes fossiles, comme nous l'avons fait ressortir, il y a déjà plusieurs années, dans notre *Paléontologie française* (1843), quoique jusqu'alors il n'ait été indiqué par aucun géologue. Nous en avons d'abord reconnu un lambeau au Cob, île de Noirmoutiers (Vendée). Il forme ensuite une très-large bande, qui commence dans la Charente-Inférieure, sur les coteaux maritimes compris depuis la côte Nègre, à l'ouest de Royan, jusqu'aux falaises de Méchers et de Talmont. Cette bande passe ensuite sur toutes les parties supérieures de Pons, de Pérignac, de Saintes, de Cozes, de Mirambeau ; sur tous les coteaux de la rive gauche de la Charente jusqu'à Cognac ; passe par Birac, par Barbezieux (Charente), et se continue dans la Dordogne, à Mamès, entre Périgueux et Bergerac, à Riberac, à Beaumont, et sur beaucoup de points intermédiaires, tels que Sourzac, Montignac, Saint-Crépin-de-Richemont, la Veissière, la vallée de la Couze, à Lalinde ; tous les silex des environs de Lanquais en dépendent (1). Pour

(1) C'est le résultat du travail que nous avons pu faire sur les fossiles des silex recueillis par

témoigner que l'etage existe dans le bassin, sous les terrains tertiaires, nous en voyons surgir un lambeau sous forme de craie marneuse, mais avec les *Ananchytes ovata* (1), si connus à Paris, à Villagrains, à trois kilomètres sud de Bordeaux, dans les Landes, peu loin de Dax, à Tercis, à Rivières et à Lesperon. Nous retrouvons encore l'étage sur le versant septentrional des Pyrénées, dans les couches inférieures de Bidart (Basses-Pyrénées). Sur le versant espagnol, nous l'avons parfaitement reconnu dans les couches à Inoceramus, que M. de Verneuil a trouvées sur l'étage turonien, au phare de Saint-Ander. Il existe encore dans le Portugal, près de Figueiras, à Sabero, dans le royaume de Léon, également sur l'étage turonien. Des lambeaux isolés, reconnus, l'un dans le Gers, près d'Auch, sur des fossiles recueillis par M Dupuy, et un autre dans la Haute-Garonne, à Gensac, prouvent que l'étage couvrait l'emplacement actuel des Pyrénées.

Dans le bassin méditerranéen, nous en avons reconnu beaucoup de lambeaux isolés qui témoignent de son existence sur l'étage turonien. Il forme les dernières couches crétacées, dans l'Aude, entre les bains de Rennes et la source salée, près de Sougraigne, entre Bugarach et Souladge. Dans le département de Vaucluse, les couches à lignites de Piolenc, de Mondragon, en dépendent, ainsi que les couches supérieures à *Ostrea Matheroniana* de la Fare, du gros et du petit Piroou, près de Martigues, et de l'autre côté, sur l'étang de Bère, de Fondouille, près de Gignac, de Mazargues, les couches supérieures de Figuières (Bouches-du-Rhône). Les couches supérieures de la Cadière, du Plan-d'Aups, de la Sainte-Beaume, du Mas, des Ferres, et surtout le quartier du Cas, près du Beausset (Var). Nous avons encore reconnu un lambeau au nord-est de Saint-André-de-Méouilles, au sommet de la montagne, sur la rive gauche du Verdon (2) M. Murchison l'a reconnu sous l'étage nummulitique, à Thones (Savoie); à Battenberg, sur les bords du lac de Lucerne, près d'Appenzell, à Weissbad, dans les Alpes méridionales et le Vicentin, à Ronca, au mont Bolca, au val d'Urgana, au nord de Saint-Orso; dans les Carpathes.

Par cet exposé rapide de l'étage sénonien en France, on peut juger qu'il ne s'est pas déposé seulement aux régions septentrionales du bassin anglo-parisien, mais aussi dans les bassins pyrénéen et méditerranéen.

M. Des Moulins. C'est, en tout, l'étage de Royan et de Maestricht, et nullement l'étage danien, comme MM. Desor et Des Moulins l'ont pensé.

(1) Nous devons à MM. de Collegno et Delbos les fossiles qui nous ont amené à cette conclusion.

(2) On trouve sur ce point l'*Ananchytes ovatus*, le *Micraster cor-anguinum*, et plusieurs autres *fossiles caractéristiques*.

Il n'y a pas de doute que le bassin méditerranéen ne se continue en Italie. Nous connaissons, en effet, l'étage à Monte di Magre, dans le Vicentin, aux environs de Padoue, dans les monts Euganéens.

Un lambeau, dirigé E. et O., commence, dans la Westphalie, au nord d'Essen, passe au nord de Bockun, Dortmund, à Unna, à Soest, et jusqu'au Hanovre, à Peine. L'étage est très-développé en Saxe, à Schandau, et surtout dans la Bohême, où il couvre d'immenses surfaces, principalement à Postelberg, à Preisen, à Worisbohla, à Kystra, à Wollemtz, à Luschütz, à Meronitz, à Trziblitz, à Kutschlen, à Bilin, etc. De vastes lambeaux couvrent le Palatinat, de Lublin à Léopold; la Pologne, à Krakau, à Sandomir, à Lubin, à Letham, à Krzeminice. En Autriche, nous avons la certitude que l'étage existe dans le Tyrol, à Gozau, si bien étudié par MM. Sedgwich et Murchison, à Sonnenwend-Joche, à Neustadt, à Abtenau. On le trouve dans la Mingrélie, à Saiesini; sur une partie de la Circassie et du Caucase, dans la Géorgie; sur toute la partie méridionale de la mer Noire; dans la Bulgarie, la Servie, la Valachie, la Transylvanie, la Volhynie, la Gallicie, à Lemberg (M. de Hauer), et la Podolie, à Makow, à Zloczow, d'Olesko à Podhorec. Un lambeau existe en Crimée, à Bagtchéseraï, d'où M. Hommaire de Hell nous a rapporté des fossiles, et à Sévastopol. D'autres vastes lambeaux couvrent, en Russie, une partie des gouvernements de Tchernigof, d'Orel, de Kursk, de Kharkof, de Woroneje; du pays des Cosaques, de Saratof, de Simbirsk; une autre bande, dirigée est et ouest, s'étend dans le gouvernement d'Orembourg, jusqu'à l'extrémité sud de l'Oural. En Suède, il en existe des lambeaux à l'extrémité sud, principalement à Balsberg, à Oldembourg, à l'île Difo, à Kopengemolla, à Ignaberga, à Stad, à Jutland, à Kœpenge; dans le Danemark, à Sterensklint, et à l'île de Moen.

Nous avons reconnu, par les fossiles identiques et l'ensemble de la faune, que tous les terrains crétacés de l'Amérique septentrionale, dont M. Morton a si bien décrit la faune, et dont nous avons pu, grâce aux communications de MM. Hale et Siliman, comparer beaucoup de types, dépendent de l'étage sénonien, et non des grès verts, auxquels on les avait rapportés, par suite de fausses identifications. Un lambeau N. E. et S. O. se voit dans le New-Jersey, à Gloucester-County, à Montmouth, à Barlington, à Bordentown, etc., etc.; dans le Delaware, au canal de Chesapeake, et à Saint-Georges; dans le Maryland, à Annapoles, au fort Washington. Un autre lambeau, dirigé N. et S., se voit dans la Virginie, à James-River; un lambeau très-petit dans la Caroline du Nord, près de Wilmington, au cap Fear-River, au cap Hatteras, à Ashwood. Deux petits lambeaux existent dans la Caroline du sud, à Charlestown, à Eutaw-Springs, sur la Pédée, à Nelson's, sur la Santie, sur le Lynch's-

Creek; deux autres dans la Géorgie, à Édesto, près de la rivière Savannah, à Sanderville. Après ces restes d'un grand tout, les terrains crétacés commencent une vaste surface, qui s'étend de la Géorgie jusqu'au Texas, et de Jackson au Tennessee. Dans l'Alabama, notamment à Prairie-Bluff, à Green-County, entre Portland, Cahawba et Montgomery; dans le Mississipi, depuis Jackson, en suivant le cours du Mississipi jusqu'au Tennessee, à Chickasawfield, etc., etc Il continue de l'autre côté du Mississipi, dans la Louisiane; on le voit principalement entre Alexandrie et Nachitoches, à Wachita; dans l'Arkansas, sur le plateau calcaire à Red-River, près de sa jonction avec le Kiameska, au fort Gibson. Un autre lambeau se trouve sur le Missouri, au 43° 40′ de lat. Des fossiles rapportés du Texas, de Friedrichsburg et de New-Braunfels, par M. Rœmer, nous ont paru dépendre de l'étage. Nous l'avons encore reconnu sur des fossiles des montagnes rocheuses, communiqués par M. Silliman. Par les fossiles recueillis dans la Cordillère d'Anahuac, à 12 lieues O. N. O. de Tehuacan, département de Puebla, au Mexique, par M. Galeotti, et rapportés, à tort, aux terrains jurassiques, nous avons la certitude que l'étage s'y continue sans interruption. En reliant tous ces lambeaux, on aurait l'ancien littoral de la mer sénonienne, dans l'Amérique septentrionale, sur une étendue de 35° en latitude.

D'après des fossiles nombreux, dépendant certainement de la faune sénonienne, dont quelques-uns identiques aux espèces de France, qui nous ont été donnés par M. l'amiral Cécile, et par ceux qu'ont recueillis MM. Hombron et Leguilloux, nous avons positivement reconnu qu'un lambeau assez considérable de l'étage sénonien existe à l'ile de Kiriquina, près de Concepcion, sur la côte méridionale du Chili.

M. Fontanier ayant depuis longtemps déposé au Muséum une belle collection des fossiles de Pondichéry, de Verdachellum et de Trinchinopolis (Indes orientales), nous avons pu nous livrer à un travail d'ensemble qui nous a fait reconnaître, indépendamment de caractères nombreux d'analogie, un bon nombre d'espèces identiques avec la faune sénonienne de France, comme on le verra plus loin. M. Forbes, s'occupant en même temps d'un travail sur les fossiles recueillis dans les mêmes lieux par MM. Kaye et Cunliffe, et d'après des identifications que nous avons reconnues inexactes, rapportait l'ensemble à l'étage néocomien, avec lequel la faune n'a que des rapports éloignés. On pourrait penser qu'un autre lambeau se trouve à l'île de Java; au moins des fossiles recueillis par M. Itier nous feraient arriver à cette conclusion. Ils sont identiques à ceux de Pondichéry.

En résumé, l'étage sénonien s'étendrait de la zone torride au 36ᵉ degré *de latitude* méridionale et au 56ᵉ de latitude boréale, en faisant, en

longitude, presque le tour du monde. On peut, dès lors, en apprécier toute l'importance.

§ 2312. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 22 de nos coupes *fig.* 393, 428, 499, 515, 530, 564 et 595.) Sur tous les points du bassin anglo-parisien, où nous avons pu voir les couches inférieures, l'étage sénonien repose directement, en stratification concordante, sur l'étage turonien. Ce fait, constaté au nord et à l'est du bassin, nous l'avons encore reconnu dans le sud-ouest et l'ouest, dans tous les départements de la Touraine, de la Sarthe, de l'Orne et du Calvados. Les parties sud-ouest du bassin pyrénéen, de la Charente à la Dordogne, sont dans le même cas, ainsi que l'autre côté espagnol dans les provinces de Saint-Ander et de Biscaye Il en est de même, dans le bassin méditerranéen, des couches des Corbières, du Gros et du Petit Pirouu, près de Martigues, du Cas au Beausset. En Angleterre et en Allemagne, la même concordance existe, et cette circonstance donne la preuve que l'étage sénonien a bien succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage turonien qu'il recouvre sur tous les points où il n'y a pas de lacunes.

§ 2313. Tels sont les résultats auxquels nous sommes arrivé par la stratification, et l'étude des faunes; mais, si la superposition immédiate des deux étages peut également faire arriver à cette conclusion, sur le sol de la France, il n'en est pas ainsi des autres points. Cette stratification reste entièrement muette, et même peut induire en erreur, lorsqu'il manque un si grand nombre d'étages intermédiaires, comme au nord et au sud de la Russie, au Chili, dans l'Amérique septentrionale, dans l'Inde, où l'étage repose sur l'étage devonien, sur l'étage oxfordien, ou même sur les roches azoïques, et alors la paléontologie seule peut arriver à les classer dans leur véritable horizon géologique. Cela est si vrai, que les terrains crétacés de la Russie n'ont été placés dans la craie blanche que par l'étude des fossiles, et par la nature de craie blanche que le hasard conservait à ce lambeau; mais lorsque, par exemple, les couches crétacées ont montré des caractères minéralogiques différents, comme dans l'Amérique septentrionale, dans l'Inde, et nous dirons même dans l'ouest de la France, dans les Pyrénées, et en Allemagne, leur horizon n'a pas été défini d'une manière satisfaisante, et reste, jusqu'à ce jour, presque dans le vague, au milieu des terrains crétacés de notre Europe.

§ 2314. **Discordances.** Les considérations dans lesquelles nous sommes entré à la discordance de l'étage précédent (§ 2286) nous dispensent d'insister davantage sur les limites stratigraphiques qui séparent l'étage turonien de celui-ci. Si, en effet, l'étage sénonien n'était pas tout à fait distinct de l'étage turonien, les deux se trouveraient partout dans les mêmes conditions géologiques, et l'étage sénonien ne montrerait pas de dépôts considérables tout à fait indépendants. Nous croyons

donc que la stratification aussi bien que les caractères paléontologiques séparent nettement ces deux étages, quoiqu'ils soient en relation concordante en France.

§ 2315. Les limites stratigraphiques supérieures qui séparent l'étage sénonien de l'étage danien ne sont que trop nombreuses, puisqu'à l'exception du centre et des régions orientales du bassin anglo-parisien où l'on trouve l'étage danien. et du lambeau de la Suède, il manque sur tous les autres points indiqués à l'extension géographique de l'étage sénonien. La discordance d'isolement, qui a fait manquer l'étage danien sur l'étage sénonien, existerait donc pour tout le reste du monde ; et nous n'avons pas besoin, dès lors, d'insister davantage pour démontrer la valeur des limites stratigraphiques supérieures de cet étage, trop prononcées pour que beaucoup d'explications soient nécessaires.

La fin de l'étage sénonien est encore marquée par de profondes discordances de dénudations, qu'on retrouve sur beaucoup de points du bassin anglo-parisien, et surtout par le morcellement de l'étage dans le bassin méditerranéen et aux États-Unis.

§ 2316. **Déductions tirées de la position des couches.** L'étage sénonien se trouve tout autour du bassin anglo-parisien, où généralement les couches plongent légèrement vers le centre du bassin, au nord, à l'est, au sud-ouest et à l'ouest ; tandis qu'au centre elles sont, pour ainsi dire, horizontales, quand elles n'ont pas subi de légères dislocations. On peut donc croire qu'elles sont encore, à peu d'exceptions près, telles qu'elles se sont déposées dans un bassin encore intact, et, pour ainsi dire, tel qu'il était. Les parties nord du bassin pyrénéen, de l'embouchure de la Charente jusqu'à la Dordogne, sont aussi à peu près dans l'état où elles se sont déposées et sans beaucoup de dérangement postérieur. Il n'en est pas ainsi des couches sénoniennes des basses Pyrénées de la province de Saint-Ander, de l'Aude, et de tout le pourtour du bassin méditerranéen. Là les couches ont été plus ou moins disloquées avec les étages crétacés sous-jacents, dont elles suivent les allures.

§ 2317. **Composition minéralogique.** Nous trouvons, pour cet étage, que si une grande uniformité de composition minéralogique a, sur quelques points, facilité la reconnaissance parfaite des couches sénoniennes, cette même composition minéralogique a empêché, au contraire, de la reconnaître sur beaucoup d'autres. Nous en citerons quelques exemples : Sous la forme de craie blanche fine, marneuse ou non, souvent remplie, par bancs, de rognons de silex, l'étage est parfaitement caractérisé, dans tout le nord et l'est du bassin anglo-parisien en France et en Angleterre. Ce même caractère minéralogique existe encore au sud de *la Russie, et tout* le monde a reconnu son identité. Mais comme l'étage,

à la partie occidentale du bassin anglo-parisien, était, au contraire, formé à Tours, à Saint-Christophe, dans le Loir-et-Cher, de craie jaune ou chloritée remplie de polypiers, de débris de coquilles; dans la Sarthe, de craie marneuse blanche; dans la Charente-Inférieure, la Charente et la Dordogne, de craie blanche ou jaune, soit marneuse, soit compacte, remplie de Radiolites; à Tercis, dans les Basses-Pyrénées, et dans les Basses-Alpes, d'une craie marneuse grise; dans les Corbières, soit d'argile noirâtre, soit de grès ferrugineux; dans les Bouches-du-Rhône, d'une couche marneuse, ou de lignites : bien qu'elle occupât, sur tous ces points, la même position géologique, elle a été presque toujours méconnue. Partout ces lieux, que leur stratigraphie place sur le même niveau que la craie blanche de Paris, contiennent, de plus, les mêmes restes organisés, suivant le niveau qu'ils occupaient dans les anciennes mers sénoniennes; et rien, à l'exception du caractère minéralogique, ne peut les distinguer des autres. Dans l'Amérique septentrionale, ce sont des grès ou des calcaires superposés; au Chili, des grès noirâtres quartzeux; dans l'Inde, des grès rougeâtres. C'en est assez, peut-être, pour prouver que l'étage sénonien se montre sous plusieurs formes minéralogiques et pourtant contemporaines.

§ 2318. Il nous reste à dire un mot des bancs de silex si répandus dans le bassin parisien. Dans la craie, s'ils conservent, sur quelques points, leur même niveau géologique aux parties supérieures de l'étage, ils sont, au contraire, répartis au Havre, par exemple, jusqu'à l'étage cénomanien. C'est donc encore un très-mauvais horizon géologique, d'autant plus que les silex manquent sur une infinité d'autres points où l'étage est, néanmoins, très-bien caractérisé, et qu'ils se rencontrent même dans les terrains jurassiques.

§ 2319. **Puissance connue.** L'étage paraît atteindre près de 100 mètres de puissance à Saint-Ander, et une puissance encore plus grande existe au milieu du bassin anglo-parisien, par exemple dans les falaises de la côte maritime de la Seine-Inférieure, près de Fécamp, et même à Paris, où le puits artésien pourrait faire croire à au moins 300 mètres d'épaisseur.

§ 2320. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** La composition des sédiments nous fait arriver, pour l'étage sénonien, aux mêmes conclusions que pour l'étage turonien.

*Points sous-marins profonds des mers sénoniennes.* Dans le bassin anglo-parisien, nous voyons la craie blanche du nord et de l'est, depuis le Pas-de-Calais; le Nord, à Cambrai; l'Aisne; la Marne, à Reims, à Épernay et ses environs, comme à Ablois, à Chavot, à Châlons, à Sézanne; dans l'Aube; dans l'Yonne, à Sens, à Joigny, composée seulement d'un facies sous-marin déposé bien au-dessous du balance-

ment des marées, avec sa faune de rigueur, formée de Bryozoaires, de Brachiopodes, de Foraminifères, d'Échinodermes échinides et crinoïdes, presque exclusivement. Le milieu du bassin, dans la Seine-et-Oise, à Meudon; dans l'Oise; dans la Seine-Inférieure, depuis le Havre, Fécamp, Dieppe, jusqu'à Abbeville, offre encore, et l'on devait s'y attendre, des dépôts absolument analogues. Nous aurions donc de Paris à Douai, ou de Fécamp à Vitry-le-Français, partout des dépôts sous-marins déposés au fond d'une mer tranquille, et ne contenant aucune coquille flottante. On peut, alors, se demander si cette mer avait ou non des coquilles flottantes et où étaient ses côtes? La rencontre faite par M. Dutemple, aux environs d'Épernay, d'un bec de Nautile nous donnait la certitude que la mer sénonienne avait des coquilles flottantes, bien qu'aucune n'existât de ce côté du bassin. Il fallait un complément à ces mers sans côtes; et nous l'avons rencontré, comme on le verra, au sud-ouest du bassin, où des dépôts côtiers renferment ces coquilles flottantes dont le bec seul se trouve dans les dépôts sous-marins. Les dépôts d'Angleterre semblent être comme ceux que nous venons de décrire, ainsi que quelques couches du sud-ouest du même bassin, comme à Vendôme, à Montoire, à Saint-Gervais-de-Blois (Loir-et-Cher), quelques couches de Tours, de Saint-Christophe (Indre-et-Loire). Dans le bassin pyrénéen, nous trouvons des dépôts du même niveau, dans la Charente-Inférieure, à Royan, à Méchers, à Talmont, à Cozes, à Mirambeau, à Pérignac, à Saintes, etc.; dans la Charente, à Cognac; dans la Dordogne, à Montignac, à Lalinde, dans la vallée de la Couze; dans la Vendée, au Cob, île de Noirmoutiers: dans le bassin méditerranéen, à Saint-André-de-Méouille (Basses-Alpes); dans le Var, au Cas, près du Beausset; dans les Bouches-du-Rhône, à Mazargues, à Figuières, au Gros et au Petit-Piroou, près de Martigues.

Parmi ces points, on remarque surtout, par l'assemblage des Radiolites en place, telles qu'elles ont vécu, et formant presque un récif sous-marin (§ 2292), les localités suivantes: dans le bassin pyrénéen, Royan, Méchers, Talmont, la vallée de la Couze, la Vache-Perdue; dans le bassin méditerranéen, le Gros et le Petit-Piroou, près de Martigues, le Cas, près du Beausset, etc.

§ 2321. **Points littoraux des mers sénoniennes.** Le mélange de nombreux débris de végétaux joints à beaucoup de coquilles évidemment marines, telles que des *Gervilia*, des *Turritella*, etc., nous fait regarder les dépôts à lignites de Mondragon (Vaucluse) et de Martigues comme de véritables dépôts côtiers, faits au niveau supérieur des marées. La présence de coquilles flottantes nous ferait encore regarder comme dépôts de même nature ceux, dans le bassin méditerranéen, de Sougraigne, *de Souladge* (Aude). La rencontre de coquilles flottantes (*Ammonites*,

*Nautilus* et *Baculites*), réunies, dans des sédiments grossiers, aux autres fossiles de la craie blanche du nord de la France, dans quelques couches spéciales, à Villedieu (Loir-et-Cher), à Tours, à Saint-Paterne, à Saint-Christophe (Indre-et-Loire), à Saint-Frimbault (Sarthe), à Golleville, à Fréville, à Couture, à Sante-Colombe (Manche), nous a démontré que ces couches du bassin anglo-parisien étaient réellement côtières. Nous avons donc réuni les anciennes mers sénoniennes du nord à leurs côtes occidentales, et, dès lors, ces vastes dépôts sous-marins ont des limites. Néanmoins, les côtes septentrionales et orientales manquent toujours ; et ont, sans doute, été enlevées par des dénudations postérieures, lors des perturbations géologiques.

§ 2322. Tout le monde a remarqué les bancs de silex qui occupent les parties supérieures de l'étage sénonien ; mais ces silex, loin d'être spéciaux à la craie blanche, se trouvent à beaucoup d'étages géologiques différents. Nous les avons cités dans l'étage carboniférien, et nous les avons rencontrés, successivement, dans les étages toarcien de Sainte-Honorine, de Thouars ; bajocien de Poitiers ; callovien de Grasse ; oxfordien de Châtel-Censoir ; corallien de Trouville ; dans les terrains jurassiques ; dans presque tous les étages crétacés ; et partout nous avons reconnu un seul et même fait dans leur mode de formation. Les silex ne sont point des cailloux roulés, placés dans les couches par les eaux ; ils nous paraissent être le résultat d'une infiltration de silice dans les couches, bien postérieurement à leur dépôt. Voici, du reste, sur quoi nous fondons cette opinion. Étudiés avec soin, les silex offrent, dans leur contexture siliceuse, absolument les mêmes espèces de fossiles, ni plus ni moins nombreuses que dans la craie environnante. Les gros oursins, les bivalves saillent souvent en dehors ; les Foraminifères et les Bryozoaires de la craie se montrent partout dans leur pâte, sans qu'évidemment formées par l'action des eaux, comme les sédiments sous-marins actuels, les couches qui les renferment soient en rien dérangées par leur présence, pour ainsi dire répartie au hasard. Les silex ne paraissent, dès lors, que des parties de la masse crayeuse, transformées sur place en silice, comme nous le voyons pour certaines coquilles des mêmes couches. Les causes de transformation qui expliquent le changement des coquilles calcaires en silice pourront, nous le pensons, expliquer aussi la formation des silex de toutes les couches géologiques.

§ 2323. **Oscillations du sol.** Si la conservation des points littoraux à l'ouest et au sud-ouest de la France est pour nous un signe certain d'oscillations, nous en aurons encore une preuve par ces bancs remplis de coquilles flottantes, et évidemment déposés au niveau supérieur des marées, que recouvrent des bancs sous-marins caractérisés par leurs

nombreux Bryozoaires, comme nous l'avons reconnu à Tours (à la tranchée de Paris), à Saint-Paterne et à Saint-Christophe (Indre-et-Loire).

§ 2324. **Perturbation finale**. Le morcellement de l'étage sur la côte orientale de l'Amérique septentrionale, le manque de côtes aux régions nord et est du bassin parisien, annoncent un grand mouvement des eaux après la fin du dépôt sénonien, qui, peut-être, coïncide avec la perturbation finale. Un autre fait annonce un changement de niveau entre la fin de l'étage sénonien et l'étage danien. Nous avons dit qu'à Meudon, dans l'Oise et dans la Marne, tous les derniers dépôts sénoniens sont sous-marins et des mers profondes. Les dépôts daniens qui les recouvrent sont, au contraire, faits sur la côte ou près de la côte; car ils contiennent un grand nombre de Gastéropodes, de Lamellibranches et même des coquilles flottantes. On voit qu'une surélévation, qui a déterminé un mouvement dans le niveau des eaux, a évidemment eu lieu sur ces points entre la fin de l'étage sénonien et le commencement de l'étage suivant, qui peut encore coïncider avec la perturbation finale.

§ 2325. **Caractères paléontologiques**. Les caractères de la faune sont encore, quoique sur une plus vaste échelle, peu différents de ceux de l'étage turonien (§ 2296.) Peu d'espèces se continuent de l'époque précédente à celle-ci; il en résulte qu'à côté d'une disparité presque complète des espèces les genres ont encore de l'analogie. Nous y voyons naître, cependant, 81 genres inconnus aux étages inférieurs; et, parmi ceux-ci, les premiers Poissons cycloïdes et cténoïdes. Sur ces 81 genres, 42 s'éteignent dans l'étage. Il n'y a donc que 39 des nouvelles formes animales de cette période qui persistent. Sur ce nombre, nous y voyons naître quelques genres plus spéciaux aux terrains tertiaires qui commencent à paraître; mais ce nombre est loin d'être comparable au nombre des genres qui disparaissent à la fin de cette période; car, avec les 42 genres déjà cités, nous trouvons, comme s'éteignant encore, 80 des genres préexistants, si caractéristiques des terrains crétacés, ce qui élève à 122 le nombre des genres qui finissent leur existence avec l'étage sénonien. Ce caractère prouve, plus que tout le reste, qu'à la fin de cet étage les terrains crétacés entrent dans une grande période de dégénérescence de formes zoologiques, annonçant la fin de cette grande époque de l'animalisation du globe.

§ 2326. **Caractères négatifs tirés des genres**. L'étage sénonien a pour caractères négatifs, avec l'étage précédent, les 27 genres (§ 2300) que nous avons vus naître et périr dans l'étage turonien, sans passer à celui-ci, ou qui, nés dans les âges passés, s'éteignent encore dans l'étage turonien.

§ 2327. Les limites négatives entre l'étage sénonien et l'étage danien

ne consistent qu'en 2 genres, l'un de Gastéropodes, le genre *Fasciolaria*, et l'autre d'Échinodermes, *Echinolampas*, qui, encore inconnus à la période dont nous nous occupons, ne paraissent qu'à l'époque suivante.

§ 2328. **Caractères positifs tirés des genres.** Ces caractères nous sont donnés par les genres qui, encore inconnus aux étages inférieurs, naissent, pour la première fois, avec l'étage sénonien, et dès lors peuvent le distinguer nettement de ces étages inférieurs. Ces genres, au nombre de 81, sont ainsi répartis dans les classes : parmi les Oiseaux, le genre *Scolopax;* parmi les Reptiles, les genres *Leiodon*, *Mesasaurus* et *Crocodilus;* parmi les Poissons, les genres *Thyellina*, *Scylliodus*, *Lamma*, *Galeocerdo*, *Corax*, *Zygæna*, *Carcharias*, *Dercetis*, *Acrotemnus*, *Acrogaster*, *Sphenocephalus*, *Oplopteryx*, *Halec*, *Aulolepis*, *Acrognathus*, *Osmeroides*, *Osmerus*, *Isticus*, *Cladocyclus*, *Saurodon*, *Saurocephalus*, *Hypsodon*, *Tetrapterus* et *Enchodes;* parmi les Crustacés, les genres *Scyllarus* et *Callianassa ;* parmi les Gastéropodes, les genres *Phorus*, *Conus*, *Pleurotoma*, *Murex* et *Infundibulum ;* parmi les Brachiopodes, les genres *Magas*, *Fissurirostra* et *Megathiris;* parmi les Bryozoaires, les genres *Reptocelleporaria*, *Lunulites*, *Cupularia*, *Pyripora*, *Reteporidea* et *Biretepora ;* parmi les Échinodermes, les genres *Hemipneustes*, *Ananchytes*, *Nucleopygus*, *Ophicoma*, *Conoclypus*, *Cassidulus*, *Fibularia*, *Echinocyamus*, *Comptonia*, *Marsupites* et *Bourgueticrinus ;* parmi les Zoophytes, les genres *Cyathina*, *Cyclosmilia*. *Synhelia*, *Actinastrea*, *Placocœnia*, *Astrea* et *Actinhelia ;* parmi les Foraminifères, les genres *Siderolina*, *Verneuilina*, *Gaudryna*, *Faujasina*, *Globigerina*, *Truncatulina*, *Rosalina*, *Valvulina*, *Uvigerina*, *Pyrulina*, *Sagrina* et *Amphistegina ;* parmi les Amorphozoaires, les genres *Retispongia*, *Cœloptychium*, *Camerospongia*, *Rhysospongia*, *Pleurostoma*, *Turonia* et *Guettardia*. Cet ensemble considérable de formes animales, qui naît dans l'étage sénonien fait apprécier l'importance des caractères paléontologiques qu'on peut invoquer pour le distinguer, et la source de ce facies spécial que prennent les faunes, par suite de changements aussi considérables.

§ 2329. Sur ce nombre, 42 genres, cessant d'exister dans l'étage sénonien, formeront autant de caractères positifs pour le distinguer des étages supérieurs où ils manquent. Ces genres sont ainsi répartis dans les diverses séries animales : Parmi les Reptiles, le genre *Leiodon ;* parmi les Poissons, *Thyellina*, *Scylliodus*, *Dercetis*, *Acrotemnus*, *Acrogaster*, *Sphenocephalus*, *Halec*, *Aulolepis*, *Acrognathus*, *Osmeroides*, *Isticus*, *Cladocyclus*, *Saurodon*, *Saurocephalus* et *Enchodes ;* parmi les Brachiopodes, les genres *Magas* et *Fissurirostra ;* parmi les Bryozoaires, les genres *Reteporidea* et *Biretepora ;* parmi les Échino-

dermes, les genres *Hemipneustes*, *Ananchytes*, *Nucleopygus*, *Ophicoma*, *Marsupites* et *Bourgueticrinus;* parmi les Zoophytes, les genres *Cyclosmilia*, *Synhelia*, *Actinastrea*, *Placocœnia* et *Actinhelia ;* parmi les Foraminifères, les genres *Siderolina*, *Verneuilina*, *Gaudryna* et *Faujasina ;* parmi les Amorphozoaires, les genres *Retispongia*, *Cœloptychium*, *Camerospongia*, *Rhysospongia*, *Pleurostoma* et *Turonia*. Si l'on ajoute à ces 42 genres les 80 genres suivants, qui, nés antérieurement, se sont également éteints dans l'étage sénonien, sans passer à l'étage danien : parmi les Poissons, les genres *Acrodus*, *Onchus*, *Hybodus*, *Psittacodon*, *Macropoma*, *Caturus*, *Belonostomus ;* parmi les Céphalopodes, les genres *Ammonites*, *Turrilites*, *Helicoceras*, *Hamites*, *Heteroceras*, *Ptychoceras*, *Baculites*, *Scaphites* et *Rhyncholeuthis;* parmi les Gastéropodes, les genres *Spinigera*, *Nerinea*, *Varigera*, *Avellana*, *Colombellina*, *Globiconcha*, *Pterodonta* et *Acteonella ;* parmi les Lamellibranches, les genres *Opis*, *Gervilia*, *Isoarca*, *Inoceramus* et *Pulvinites ;* parmi les Brachiopodes, les genres *Radiolites*, *Caprotina*, *Hippurites* et *Biradiolites ;* parmi les Bryozoaires, les genres *Chrysaora*, *Diastopora*, *Bidiastopora*, *Reticulipora*, *Cricopora*, *Peripora* et *Osculipora*, etc ; parmi les Échinodermes, les genres *Acroura*, *Palæocoma*, *Polycyphus*, *Glypticus*, *Holaster*, *Pygaulus*, *Goniopygus*, *Salenia*, *Catopygus*, *Galerites*, *Discoidea*, *Caratomus* et *Cyphosoma ;* parmi les Zoophytes, les genres *Centrastrea*, *Cryptocœnia*, *Cœlosmilia*, *Discopsammia*, *Cyclolites*, *Placosmilia* et *Diploctenium ;* parmi les Foraminifères, les genres *Lituola* et *Flabellina*; parmi les Amorphozoaires, les genres *Sparsispongia*, *Amorphospongia*, *Stellispongia*, *Cupulospongia*, *Verrucospongia*, *Forospongia*, *Cnemidium*, *Chenendopora*, *Jerea*, *Verticillites*, *Coscinopora*, *Ocellaria*, *Siphonia*, *Marginospongia* et *Plocoscyphia*, nous aurions 122 genres pouvant donner des caractères positifs, entre les étages sénonien et danien ou les terrains tertiaires.

§ 2330. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter quelques centaines d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés, dont nous ne produisons pas le chiffre exact, nous connaissons, en Animaux mollusques et rayonnés de cet étage, le nombre énorme de 1579 espèces, dont nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 200 et suivants), les noms discutés, la synonymie et presque toutes les localités où chacune d'elles a été recueillie (1). Si, sur ce nombre, nous ôtons les 2 espèces communes avec l'étage turonien (§ 2301), et les 3 espèces indiquées, à tort ou à

(1) *Voyez*, pour les espèces de France, notre *Paléontologie française, terrains crétacés*, où sont figurées et décrites les espèces de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes et de Bryozoaires.

raison, comme communes avec l'étage danien, le *Belemnitella mucronata*, le *Baculites Faujasii* et le *Fusus Neptuni*, il nous restera encore 1574 espèces caractéristiques, propres à faire reconnaître partout l'étage qui nous occupe, quelle qu'en soit la nature minéralogique.

§ 2331. En parcourant notre *Prodrome* de Paléontologie stratigraphique, on pourra s'assurer, par les localités qui sont indiquées aux espèces, que tous les points que nous citons à l'extension géographique de l'étage contiennent beaucoup des mêmes espèces, chaque fois que les mêmes circonstances de dépôt se présentent. On verra que toutes les localités de France que nous indiquons, aussi bien dans le bassin anglo-parisien que dans les deux autres, comme des dépendances de l'étage sénonien, contiennent des espèces qui se retrouvent soit en Angleterre, soit à Maestricht, soit à Aix-la-Chapelle, soit enfin en Allemagne et en Russie ; dans l'Amérique septentrionale, au Chili ou dans l'Inde. Qu'on prenne l'étage en France, en Russie, en Espagne, aux États-Unis, dans l'Amérique méridionale ou à Pondichéry, on trouvera partout, avec un ensemble analogue bien caractérisé, un plus ou moins grand nombre d'espèces identiques communes, qui témoignent de leur parfaite contemporanéité d'époque. Il est telles de ces espèces qui se trouvent à la fois près de la zone torride et des deux côtés du monde, jusqu'aux régions froides. Ces larges limites d'extension des espèces prouvent non-seulement leur contemporanéité sur tous les points, mais encore l'unité de milieux d'existence qui ne pouvait exister sans l'unité de température. Nous donnons ici la liste de ces espèces les plus répandues et les plus caractéristiques.

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| * Belemnitella mucronata (1). | 1 |
| ** Nautilus Dekayi. | 6 |
| * — Indicus. | 7 |
| Ammonites Pailletteanus. | 12 |
| Scaphites compressus. | 52 |
| — constrictus. | 53 |
| Baculites incurvatus. | 66 |
| ** — anceps. | 67 |
| Hamites cylindraceus. | 82 |
| * — Indicus. | 83 |
| Turritella Coquandiana. | 112 |
| * Nerinea bisulcata. | 150 |
| Acteon subsulcatus. | 166 |
| Acteonella gigantea. | 178 |
| — voluta. | 182 |
| Varigera Toucasiana. | 193 |
| Natica Royana. | 195 |
| Phasianella supracretacea. | 267 |
| Pleurotomaria turbinoides. | 274 |
| Voluta Lahayesi. | 301 |
| Fusus Fleuriausus. | 350 |
| * Helcion Reussii. | 440 |
| Pholadomya Esmarkii. | 468 |
| — elliptica. | 469 |
| ** — æquivalvis. | 472 |

(1) Les espèces marquées d'un astérisque se trouvent à la fois en Europe, en Amérique ou dans l'Inde, à Pondichéry. Les espèces marquées de deux astérisques se trouvent simultanément en Europe, en Amérique et dans l'Inde.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Venus subplana. | 525 |
| Opis Truelli. | 556 |
| Crassatella Marrotiana. | 568 |
| Cypr na orbicularis | 582 |
| ** Trigonia 'imbata. | 592 |
| * Lucina lenticularis. | 608 |
| Cardium radiatum. | 621 |
| Isocardia Pyrenaica. | 643 |
| — longirostris. | 644 |
| Pectunculus Marrotianus. | 659 |
| Arca Orbignyana. | 672 |
| * Pinna restituta. | 718 |
| Lima tecta. | 756 |
| — semisulcata. | 761 |
| * Avicula latipes. | 797 |
| — cærulescens. | 801 |
| — pectiniformis. | 803 |
| * Gervilia solenoides. | 811 |
| Inoceramus regularis. | 814 |
| — Goldfussianus. | 815 |
| — Lamarckii. | 816 |
| — planus. | 820 |
| Pecten Royanus. | 832 |
| — Espaillaci. | 833 |
| — Dujardini. | 834 |
| Janira quadricostata. | 879 |
| — Dutemplei. | 880 |
| — substriato-costata. | 884 |
| — Mortoni. | 888 |
| Spondylus Dutempleanus. | 896 |
| — spinosus. | 897 |
| — fimbriatus. | 900 |
| * Plicatula aspera. | 907 |
| — nodosa. | 908 |
| Ostrea curvirostris. | 914 |
| — frons. | 916 |
| — laciniata. | 918 |
| ** — larva. | 919 |
| * — Matheroniana. | 920 |
| * — Santonensis. | 922 |
| * — semiplana. | 923 |
| Ostrea Turonensis. | 924 |
| * — vescicularis. | 925 |
| — acutirostris. | 927 |
| ** — subinflata. | 930 |
| Rhynchonella vespertilio. | 947 |
| — octoplicata. | 948 |
| — subplicata. | 949 |
| Magas pumilus. | 951 |
| Terebratulina echinulata. | 952 |
| — striata. | 954 |
| Terebratula carnea. | 958 |
| — semiglobosa. | 959 |
| Crania Ignabergensis. | 976 |
| — antiqua. | 977 |
| — costata. | 978 |
| Thecidea papillata. | 985 |
| — recurvirostra. | 986 |
| Membranipora concatenata. | 1024 |
| — simplex. | 1027 |
| Marginaria Parisiensis | 1040 |
| Eschara dichotoma. | 1068 |
| — Ligeriensis. | 1075 |
| Reticulipora Ligeriensis. | 1091 |
| Alecto ramea. | 1095 |
| Idmonea fasciculata. | 1098 |
| Crisisina gradata. | 1111 |
| Diastopora Oceanica. | 1117 |
| Entalophora pustulosa. | 1131 |
| Ceriopora cryptopora. | 1330 |
| Polytrema sphæra. | 1336 |

ÉCHINODERMES.

| | |
|---|---|
| Hemipneustes radiatus. | 1146 |
| Ananchytes ovata. | 1147 |
| — gibba. | 1148 |
| — striata. | 1149 |
| — semiglobus. | 1152 |
| — sulcata. | 1153 |
| Holaster truncatus. | 1163 |
| Micraster cor-anguinum. | 1167 |
| Hemiaster prunella. | 1173 |

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Hemiaster bucardium. | 1174 |
| Conoclypus Leskei. | 1181 |
| Catopygus pyriformis. | 1188 |
| Cassidulus lapis cancri. | 1192 |
| — Marmini. | 1193 |
| *Nucleolites crucifer. | 1197 |
| Caratomus avellana. | 1205 |
| Galerites albogalerus. | 1212 |
| Cyphosoma rugosum. | 1232 |
| Diadema Kleinii. | 1240 |
| Salenia heliopora. | 1245 |
| Marsupites ornatus. | 1268 |
| Bourgueticrinus ellipticus. | 1269 |
| ZOOPHYTES. | |
| Cyathina cylindracea. | 1274 |
| Cyclolites cancellata. | 1277 |
| Cyclosmilia centralis. | 1281 |
| Aplosastrea geminata. | 1297 |
| FORAMINIFÈRES. | |
| Orbitoides media. | 1349 |
| AMORPHOZOAIRES. | |
| Coscinopora Beaumontii. | 1426 |
| — quadrangularis. | 1431 |
| Verticillites Goldfussii. | 1463 |
| Siphonia lycoperdites. | 1466 |
| — Konigii. | 1467 |

En résumé, sur le peu d'espèces que nous connaissons en nature des contrées éloignées, 22 se trouvent, à la fois, dans notre Europe ; et, sur ce nombre, 6 se rencontrent simultanément en Europe, en Amérique et dans l'Inde, c'est-à-dire, simultanément sur tous les points les plus éloignés les uns des autres, et les plus disparates, aujourd'hui, pour leurs faunes et pour leur température : ce qui prouve que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas alors. Nous donnons ici quelques-uns des types d'animaux de cette époque (*fig.* 540 à 561).



*Fig.* 540. Mesasaurus Camperi.

§ 2332. **Chronologie historique.** A l'instant où l'étage turonien a fini, par suite d'une perturbation géologique considérable (§ 2308),

toute la faune a été anéantie. Nous voyons, en effet, d'après nos connaissances actuelles, s'éteindre à la fois 26 genres (§ 2300) d'Animaux, contenant, seulement en Animaux mollusques et rayonnés, 378 espèces, qui composaient la faune marine (§ 2301). Lorsque le calme est revenu dans les mers et sur les continents, avec la période sénonienne, sont

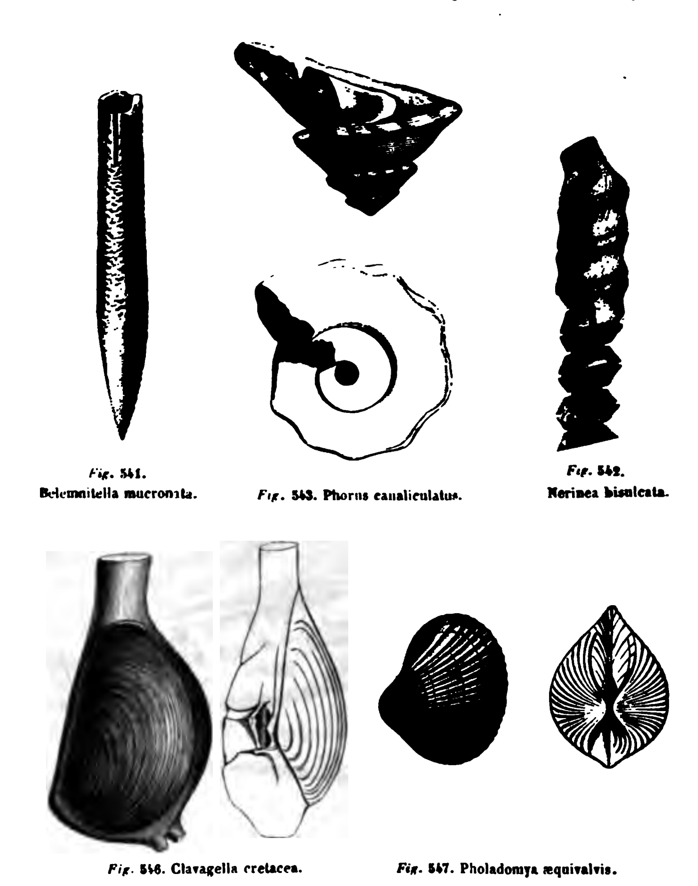


Fig. 541. Belemnitella mucronata.

Fig. 543. Phorus canaliculatus.

Fig. 542. Nerinea bisulcata.

Fig. 546. Clavagella cretacea.

Fig. 547. Pholadomya æquivalvis.

nés 81 genres jusqu'alors inconnus (§ 2328), et, indépendamment des Plantes et des Animaux vertébrés et annelés, 1577 espèces d'êtres nou-



*Fig.* 544. Pleurotomaria Fleuriausa.

*Fig.* 545. Pleurotomaria Santonensis.



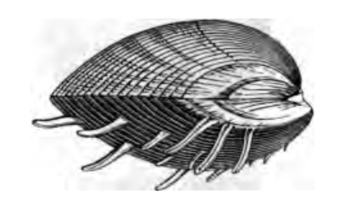


*Fig.* 548. Spondylus spinosus.

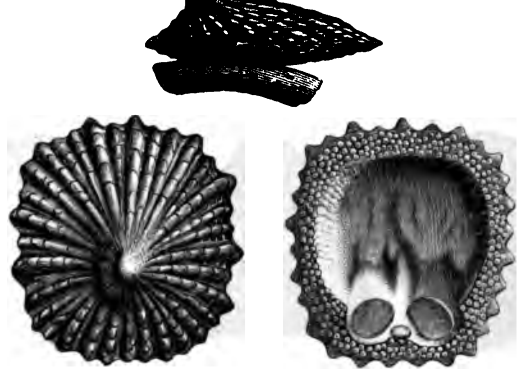


*Fig.* 550. Crania Ignabergensis.



*Fig.* 549. Ostrea larva.

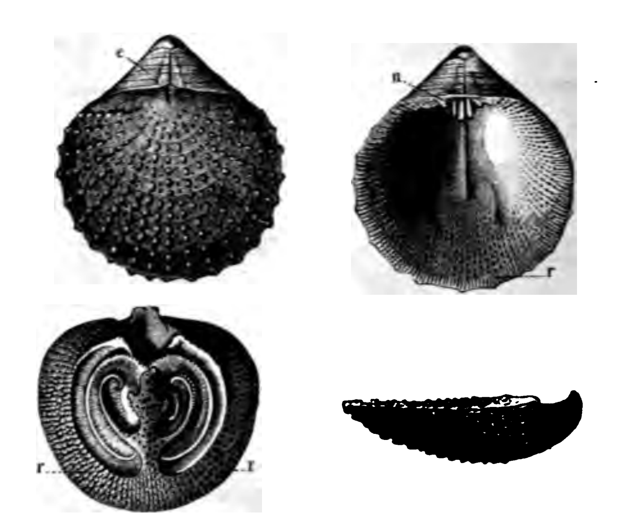



*Fig.* 551. Thecidea papillata.

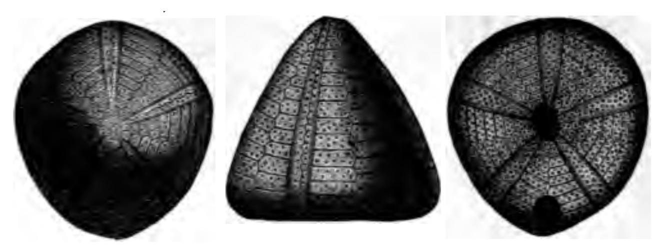


*Fig.* 554. Galerites albogalerus.

Partie extérieure grossie. Partie intérieure grossie.

*Fig.* 553. Reticulipora obliqua.

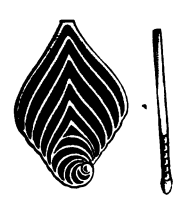
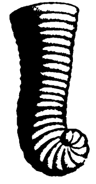


*Fig.* 558. Flabellina rugosa.



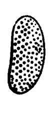
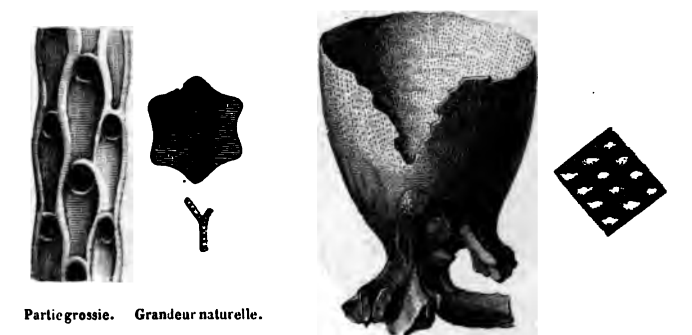


*Fig.* 559. Lituola nautiloidea.

veaux pour le monde animé (§ 2330), qui viennent peupler les continents et les mers sénoniennes.



Partie grossie. Grandeur naturelle.

*Fig.* 552. Vincularia regularis.



*Fig.* 560. Coscinopora cupuliformis.

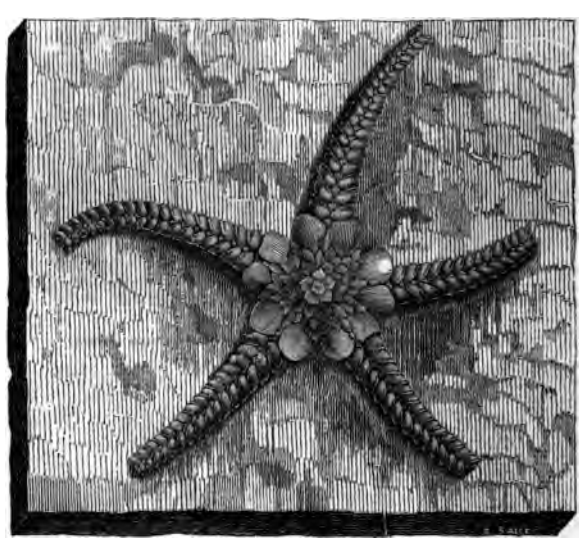


*Fig.* 555. Palæocoma Fustembergii.

La puissance des couches et le grand nombre d'espèces nous font

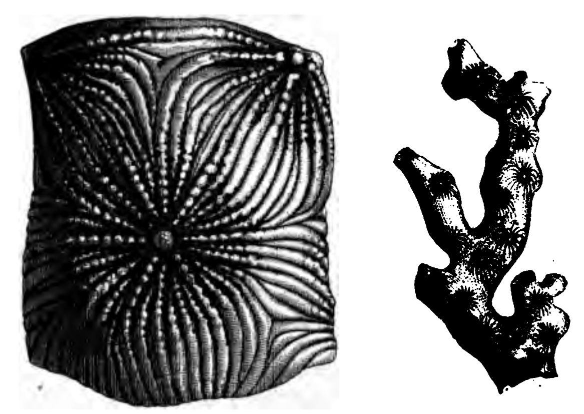
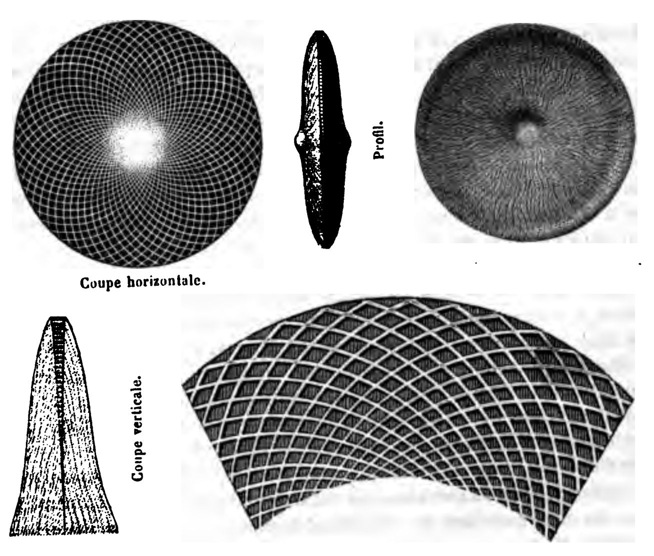


*Fig.* 556. Synhelia Sharpeana.




Partie plus grossie d'une coupe horizontale.

*Fig.* 557. Orbitoides media.

penser que la période sénonienne est l'une des plus prolongées, surtout




*Fig.* 561. Camerospongia fungiformis.

durant les terrains crétacés. Il existait, durant cette époque, des continents et des mers.

§ 2333. Les mers (*voyez* étage 22 de notre carte, *fig.* 482) ne sont pas restées les mêmes, en France et en Angleterre, qu'à l'époque précédente (§ 2304). Non-seulement elles se sont rétrécies à leur pourtour, par de nouveaux atterrissements, mais encore elles ont couvert, dans la Manche, des parties étrangères jusqu'alors aux terrains crétacés. De très-grands changements se sont encore opérés sur d'autres points. C'est au commencement de cette époque que, par suite d'affaissements considérables, la mer sénonienne a pu envahir toute la Belgique, jusqu'à Maestricht, en couvrant des continents surélevés depuis la fin des terrains paléozoïques. C'est encore à cette époque que la mer sénonienne a pu s'étendre depuis la Suède jusqu'à l'Oural, ou sur plus de 40° en longitude; recouvrir une surface de 30 degrés de longueur, sur toute la côte orientale de l'Amérique septentrionale; se montrer au Chili et aux environs de Pondichéry. Nous devons même croire, par les coquilles identiques, que la mer sénonienne se continuait sans interruption, de la France, vers tous ces points éloignés, ou des régions chaudes aux 56° de latitude nord et au 34° de latitude sud.

§ 2334. Les continents ont subi des changements opposés, puisqu'ils se sont diminués de tous les points recouverts par les eaux. En effet, s'ils se sont augmentés de quelques atterrissements au pourtour du bassin anglo-parisien, en France et en Angleterre, ils perdent de vastes surfaces dans le Cotentin, en Belgique, en Russie, et dans l'Amérique septentrionale, où, depuis le New-Jersey jusqu'au Texas, on trouve l'ancien littoral des mers sénoniennes servant de nouvelles limites à ces continents surélevés depuis la période triasique.

§ 2335. Les mers nourrissent, avec les premiers représentants des Poissons cycloïdes et ganoïdes, qui ont leur maximum de développement dans les mers actuelles, un très-grand nombre de genres de Poissons; quelques Mollusques gastéropodes, tels que les *Conus*, les *Murex*; quelques Brachiopodes, de très-nombreux Bryozoaires, des Échinodermes *multipliés*, ainsi que des Amorphozoaires. C'est, en effet, le règne des

Bryozoaires et des Amorphozoaires, qui y prennent le maximum de leur développement générique; mais aussi, c'est la fin du règne des Céphalopodes; car avec cette époque disparaissent pour toujours tous ces genres variés, voisins des Ammonites, que nous voyons, depuis les terrains triasiques, jurassiques ou crétacés, animer les mers de tous les étages. C'est aussi la fin du règne des Rudistes, plus spéciaux aux terrains crétacés.

On connait les plantes marines suivantes :

ALGUES.

Confervites Woodwardii, Mant. Angl., Lewes.
Chondrites furcillatus, Rœm. Saxe.

ALGUES DOUTEUSES.

Fucoides Brongniartii, Mant. Angl., Lewes.

§ 2336. Les continents nous montrent des Oiseaux du genre *Scolopax;* quelques Reptiles, des genres *Leiodon* et *Mesasaurus;* et probablement beaucoup de Plantes confondues, jusqu'à présent, avec celles des autres étages, citées à l'étage cénomanien.

Nous devons croire, par la répartition des mêmes espèces sous la zone torride et des deux côtés du monde jusqu'aux régions tempérées, que les lignes isothermes actuelles étaient encore neutralisées par la chaleur centrale de la terre. Les oscillations du sol nous paraissent avoir existé.

§ 2337. Nous regardons comme contemporaine de la fin des terrains crétacés la première surélévation des Cordillères du Chili, dirigée du N. 5° E., au S. 5° O., occupant 50° de longueur ; car les couches, disloquées lors de la sortie des roches porphyritiques, paraissent dépendre de l'étage sénonien; au moins en avons-nous la certitude pour les dépôts de l'île de Quiriquina. Nous avons de plus, pour moteur, toutes les discordances indiquées (§ 2315). Les autres caractères des couches (§ 2324) coïncident avec les limites des faunes qui en ont été les effets immédiats.

## 23e Étage : DANIEN, Desor.

*Première apparition* des genres *Fasciolaria* et *Echinolampas.*

Zone du *Nautilus Danicus.*

§ 2338. **Derivé du nom.** Classé, depuis longtemps, dans les dernières couches crétacées par MM. Élie de Beaumont, Lyell, et par les savants du Nord, l'étage qui nous occupe, désigné par M. Charles d'Orbigny sous le nom de *Calcaire pisolithique*, a, au contraire, été placé, par lui et par M. d'Archiac, dans les terrains tertiaires. Il est bon de donner ici quelques détails sur les raisons qui ont motivé cette différence d'opinion. La position stratigraphique, comme on peut le voir plus loin,

montre que ces couches reposent immédiatement sur les derniers dépôts de l'étage sénonien, et qu'elles sont recouvertes par les argiles plastiques. Elles ont donc, dans le bassin parisien, succédé à l'étage sénonien et précédé les premières couches des terrains tertiaires. Cette position intermédiaire, également reconnue par MM. Élie de Beaumont et Charles d'Orbigny, devait être décisive pour les deux, comme elle l'était pour le premier; mais M. Charles d'Orbigny ayant soumis les fossiles recueillis dans son calcaire pisolithique à l'examen de M. Deshayes, celui-ci crut y reconnaître seulement des coquilles tertiaires du calcaire grossier du bassin parisien; et cette détermination, portant sur un assez grand nombre d'espèces pour acquérir de la valeur, détermina M. Charles d'Orbigny à considérer l'ensemble comme tertiaire. Depuis, nous avons vu les fossiles recueillis dans cet étage par M. Graves, et nous n'y avons reconnu aucune coquille tertiaire. Les importantes recherches de M. Hébert amenèrent le même résultat; et M. Desor, y rencontrant des Échinides semblables à ceux de Faxoë, ne balança pas à les réunir, dans le même horizon géologique, sous le nom d'*étage danien*. Ces résultats, contraires aux résultats paléontologiques énoncés par M. Charles d'Orbigny, le portèrent à nous communiquer les mêmes fossiles qui avaient motivé son classement, après avoir modelé toutes les empreintes et les avoir pour ainsi dire restaurées; et, après un examen scrupuleux, nous n'y avons reconnu aucune des coquilles tertiaires qui lui avaient été indiquées, mais bien une faune spéciale, distincte, à la fois, de la faune sénonienne et de la faune tertiaire inférieure.

§ 2339. Quant au classement de l'étage dans les terrains crétacés ou tertiaires, nous croyons qu'il ne peut y avoir de doutes à cet égard. La stratification conduit à le classer parmi les terrains crétacés. La présence des genres *Belemnitella*, *Rhynchonella*, *Baculites*, *Pyrina* et *Hippalimus*, spéciaux aux terrains crétacés, et inconnus dans les terrains tertiaires, amènerait encore à cette conclusion ; tandis que rien ne pourrait, en paléontologie, motiver le classement de l'ensemble dans les terrains tertiaires. Nous croyons donc que cet étage doit encore faire partie des terrains crétacés; et même nous l'aurions considéré comme une simple division supérieure de l'étage sénonien, si elle n'en avait pas été séparée par M. Desor. Il est certain qu'on n'a donné de la valeur à l'ensemble que parce qu'il se trouve près de Paris. Cette époque n'a pas, pour nous, la même valeur que nous donnons à la fraction supérieure de l'étage néocomien, que nous avons désignée comme *Urgonienne;* à la partie inférieure de l'étage falunien, que nous avons désigné sous le nom de *Tongrien*, qui sont, par leur extension et l'importance de leurs faunes, infiniment plus tranchés, stratigraphiquement parlant, que *l'étage* danien. Nous sommes d'autant plus porté à prendre cette opi-

nion, que nous ne voyons aucun motif plausible d'y réunir, comme l'avait pensé M. Desor, la craie de Maestricht, et les silex des environs de Lanquais (Dordogne), qui sont, sans aucun doute, des dépendances positives de l'étage sénonien, ainsi que la craie de Valognes.

§ 2340. **Synonymie.** C'est le *Calcaire pisolithique* de M. Charles d'Orbigny, mais non le *Pisolithe* de M. Smith ; l'*Étage danien* de M. Desor, le *Calcaire de Laversines* de M. Graves.

*Type français* à Laversines (Oise), à Meudon (Seine-et-Oise).

§ 2341. **Extension géographique.** (*Voyez* l'étage 23 de notre carte, *fig.* 482.) Comme on pouvait, *à priori*, le supposer, et comme nous l'avons déjà trouvé à la fin des terrains jurassiques (§ 2115), les derniers dépôts de cet étage, n'ayant pas encore acquis, lors de la période de mouvement déterminé par la fin de cette grande époque géologique des terrains crétacés, une consolidation parfaite, ont dû souffrir beaucoup de dénudations partielles ; et nous croyons devoir attribuer à cette cause les petits lambeaux de l'étage danien, disséminés au pourtour du bassin anglo-parisien, en France seulement. Néanmoins, ces lambeaux suffisent pour démontrer qu'il en couvrait la plus grande surface, et surtout le centre, compris entre Vertus et Laversines, Meudon et Montereau. Voici, du reste, les points où l'étage a été bien démontré par les recherches de MM. Élie de Beaumont, Graves, Hébert et Charles d'Orbigny. Dans la Marne, il existe au mont Aimé, à Vertus ; dans Seine-et-Marne, à Montereau ; dans Seine-et-Oise, à Meudon, près de Paris. On l'a reconnu en creusant un puits à Auteuil. Il existe au Port-Marly, près de Saint-Germain ; à Bougival, près de Pontoise ; à Falaise, près de Beynes ; à Montainville, à Vigny ; dans l'Oise, à Laversines, près de Beauvais. On a pensé qu'il existe à Orglandes, près de Valognes (Manche) ; mais nous avons beaucoup de doutes à cet égard, n'ayant reconnu, partout, dans les dernières couches crétacées, que l'étage sénonien. Quant aux silex de Lanquais, que M. Desor y rapporte, nous n'y voyons que la continuation des couches de Royan, et nullement cet étage. Hors du bassin parisien, on n'a encore cité l'étage qu'à Faxoë, en Suède, où néanmoins, d'après les espèces citées par M. Lyell, nous ne voyons que l'étage sénonien, ce qui porterait encore à y réunir l'étage danien.

§ 2342. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 23e de notre coupe, *fig.* 293.) Tout le monde est d'accord sur la position géologique en couches concordantes de l'étage danien sur l'étage sénonien ; on voit cette concordance à Meudon, à Vigny, au mont Aimé, etc. Ainsi, sans aucun doute, l'étage danien a bien succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage sénonien

§ 2343. **Discordance.** Les limites stratigraphiques inférieures ont été décrites à l'étage sénonien (§ 2315) ; elles sont marquées par d'immen-

ses surfaces de discordances d'isolement. Pour les limites stratigraphiques supérieures, elles sont marquées par des discordances de dénudation et d'isolement les plus prononcées. Nous regardons comme des discordances de dénudation la surface supérieure de l'étage corrodée, sillonnée par les eaux, avant les dépôts suessoniens, ce qui prouverait qu'un mouvement violent des eaux s'est manifesté entre les deux époques ; fait que nous attribuons aux perturbations géologiques.

Les discordances d'isolement résultent de tous les points où l'on a signalé l'étage suessonien, où manque, dessous, l'étage danien ; car il a fallu évidemment un mouvement géologique, un changement de niveau entre les deux, pour que l'un se trouve sans l'autre. Nous citerons, à cet égard, même dans le bassin parisien, excepté Laversines, tous les points des départements de l'Oise, de l'Aisne, de la Seine-Inférieure, et même, dans la Marne, les environs de Reims, où les dernières couches de l'étage suessonien reposent directement sur l'étage sénonien. Il en est de même en Angleterre. Nous citerons encore tous les points des bassins pyrénéen, méditerranen et des autres pays du monde, que nous avons indiqués à l'extension géographique de cet étage, où se trouve l'étage suessonien, sans l'étage danien au-dessous ; ainsi la discordance supérieure ne peut pas être plus marquée.

*Déductions tirées de la position des couches.* La superposition régulière, presque horizontale et concordante, des couches de l'étage au mont Aimé, à Meudon et sur les autres points du bassin parisien, nous fait penser qu'elles sont là presque comme elles se sont déposées dans le bassin crétacé préexistant.

§ 2344. **Composition minéralogique.** A Meudon, l'étage est formé par un calcaire grossier blanc ou jaune, séparé par une couche mince de marne ; au Port-Marly, par un calcaire semblable, mais blanc, les deux remplis de coquilles à l'état d'empreinte et de moule ; au mont Aimé, avec plus de dureté, sa composition minéralogique est la même ; à Vigny et à Laversines, ce sont des coquilles, des polypiers avec leurs débris agglutinés par un enduit calcaire qui n'a pas moins laissé l'ensemble poreux et comme carié aux couches supérieures, tandis que les couches inférieures sont plus compactes.

§ 2345. **Puissance connue.** M. Graves évalue de 10 à 12 mètres l'épaisseur des dépôts de Laversines. M. Huot indique 15 à 20 mètres dans la Marne.

§ 2346. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Tout ce que nous pouvons dire du peu de points connus, c'est qu'à Vigny, à Laversines, à Falaise près de Beynes, à Montereau, la *présence* d'assez nombreuses coquilles flottantes de Nautiles dénote-

rait un dépôt littoral formé au niveau supérieur des marées. L'amoncellement à Vigny et à Laversines d'un nombre considérable de coquilles et de polypiers roulés ou en fragments, dont l'intervalle n'a pas même été rempli par des sédiments, en est une confirmation, et annonce des côtes agitées par la mer. Les calcaires du Port-Marly et de Meudon annoncent, par la position des fossiles, un dépôt sous-marin fait peu au-dessous du balancement des marées, sous l'influence des courants.

§ 2347. **Caractères paléontologiques.** La faune de cette époque se distingue des précédentes par le manque d'Ammonites. Du reste, nous n'y voyons, par les genres, que la continuité du facies crétacé de l'étage précédent, mais avec un bien moins grand nombre de formes ; ce qui tient peut-être à la difficulté de déterminer les fossiles. Quoi qu'il en soit, dans l'état actuel de nos connaissances, comme nous ne trouvons, dans cet étage, que 2 genres de plus à opposer à 122 genres qui s'éteignent dans l'étage sénonien, sans passer à celui-ci (§ 2329), nous aurons la preuve évidente, par la paléontologie et par la stratification, que l'étage danien est la dernière période de dégénérescence des terrains crétacés. Dans l'étage suivant, commencement des terrains tertiaires, c'est, au contraire, le nombre des genres nouveaux qui domine d'une manière remarquable ; car nous en citons 157 d'inconnus aux terrains crétacés. Nous aurions donc ici, comme partout ailleurs, une confirmation des rapports constants qui existent entre la stratigraphie positive et les limites paléontologiques.

§ 2348. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage de la période sénonienne, nous avons, pour caractères négatifs, indépendamment des 42 genres qui naissent et s'éteignent dans l'étage sénonien sans passer à celui-ci, 80 genres qui, nés dans les étages antérieurs, s'éteignent encore dans l'étage sénonien (§ 2329), c'est-à-dire 122 genres. Nous ne doutons néanmoins pas que quelques-uns de ces genres ne se retrouvent dans l'étage danien, mais nous avons la certitude que le plus grand nombre n'y existe réellement point.

§ 2349. Les limites négatives que la paléontologie nous donne avec l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires, sont des plus marquées, puisqu'elles sont données par 156 genres encore inconnus à l'étage danien, qui naissent avec la période suivante. Ces genres sont ainsi distribués dans les séries animales : parmi les Mammifères, les 6 genres de notre 1er tableau ; parmi les Oiseaux, les 2 genres de notre 2e tableau ; parmi les Poissons, 84 genres ; parmi les Crustacés, le genre Squille ; parmi les Céphalopodes, les 2 genres de nos 5e et 6e tableaux ; parmi les Gastéropodes, les 34 genres de nos 6e et 7e tableaux ; parmi les Lamellibranches, les 5 genres de nos tableaux 6 et 8 ; parmi les

Échinodermes, les 13 genres de nos 11e et 12e tableaux ; parmi les Zoophytes, les 7 genres de notre 13e tableau ; parmi les Foraminifères, les 3 genres de notre 14e tableau.

§ 2350. **Caractères positifs tirés des genres.** Comme caractères positifs, pour distinguer l'étage du précédent, nous n'avons que 2 genres : parmi les Mollusques, les *Fasciolaria ;* et parmi les Échinodermes, les *Echinolampas*, qui, inconnus à l'étage antérieur, se montrent, pour la première fois, dans celui-ci ; ce sont, en même temps, deux formes plus particulièrement tertiaires qui lient cette faune aux suivantes.

§ 2351. Pour distinguer l'étage danien de l'étage suessonien, nous avons les 9 genres suivants qui s'éteignent dans le premier, sans passer au second : parmi les Céphalopodes, le genre *Belemnitella ;* parmi les Brachiopodes, le genre *Rhynchonella ;* parmi les Échinodermes, le genre *Pyrnia;* parmi les Zoophytes, les genres *Calamophyllia*, *Enallhelia*, *Ellipsosmilia*, *Polytremacis* et *Morphastrea ;* parmi les Amorphozoaires, le genre *Hippalimus*.

§ 2352. **Caractères paléontologiques tirées des espèces.** Indépendamment de quelques Sauriens, de quelques Poissons et de quelques Crustacés et Annélides, après avoir restauré, par le modelage, les espèces de cette période, et compulsé les travaux zoologiques, nous sommes arrivé à trouver 66 espèces, dont on verra les noms, les caractères et la synonymie dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 290 et suivantes). Si de ce nombre nous retranchons les *Belemnitella mucronata*, et le *Baculites Faujasii*, indiqués par M. Lyell, et le *Fusus Neptuni*, que nous avons reconnu se trouver simultanément dans l'étage sénonien, il nous restera encore 63 espèces qui, dans l'état actuel de nos connaissances, seront encore caractéristiques. Sur ce nombre, nous citerons plus particulièrement, comme pouvant relier, entre eux les différents points que nous avons cités à l'extension géographique, les quelques espèces suivantes dont on verra la localité dans le *Prodrome*.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| * Nautilus Danicus. | 2 |
| Natica supracretacea. | 6 |
| Ovula cretacea. | 12 |
| Cerithium carolinum. | 18 |
| — uniplicatum. | 21 |
| Cardita Hebertiana. | 32 |
| Lucina supracretacea. | 33 |
| Corbis multilamellosa. | 34 |
| Arca Gravesii. | 40 |
| Lima Carolina. | 22 |
| ÉCHINODERMES. | |
| * Cidaris Forchhammeri. | 52 |
| ZOOPHYTES. | |
| Ellipsosmilia supracretacea. | 53 |

De ces espèces, les 2 marquées d'un astérisque sont les seules

qui se trouvent simultanément en Suède et en France, et sur lesquelles on a basé l'identité d'époque. Nous figurons ici l'une d'elles (*fig.* 562).

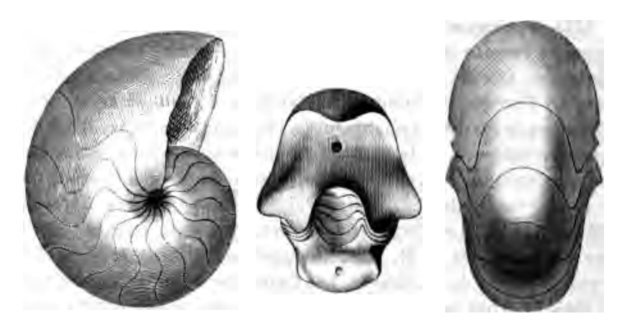


*Fig.* 562. Nautilus Danicus.

§ 2353. Relativement à la chronologie historique de cet étage, nous le regardons comme le dernier complément de la période de décadence des terrains crétacés, plus spécialement marquée à l'étage sénonien. Son peu d'importance, quant aux faits généraux qu'il peut donner, ne nous permet même de le considérer que comme une dépendance de la période sénonienne. On voit par son interruption, indépendamment de ce que nous avons dit à l'étage sénonien (§ 2337), les discordances supérieures indiquées (§ 2243) plus haut, qui toutes ont amené ou sont le résultat d'un mouvement considérable dans les eaux, auquel nous pouvons attribuer, à la fois, la séparation de l'étage et l'anéantissement de la faune.

# CHAPITRE VI.

## CINQUIÈME GRANDE ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

## TERRAINS TERTIAIRES.

*Première apparition* de la classe des Insectes myriapodes; des ordres de Mammifères rongeurs, pachydermes, carnassiers, quadrumanes, cheiroptères, cétacés, amphibies, insectivores édentés et ruminants; de la plupart des ordres d'Oiseaux; des Reptiles ophidiens (serpents) et batraciens (grenouilles); des Poissons pleuronectoïdes; des Crustacés stomapodes et amphipodes.

*Règne* des ordres de Mammifères pachydermes et édentés, des genres *Anoplotherium*, *Dinotherium*, *Toxodon*, *Mastodon*, *Rhinoceros*, *Tapirus*, *Elephas*, *Hippopotamus*, etc., etc.

§ 2354. **Synonymie.** Les *Alluvions*, le *Diluvium* et les *Anciennes alluvions*, le *Terrain tertiaire*, de Werner. Les *Terrains tertiaires* de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont. Les *Terrains de la période paléothérienne* ou *Terrain paléothérien* et *Terrains d'alluvion* de M. Cordier. Le *Superior order* de M. Conybeare. Le 1er Groupe *moderne*, le 2e Groupe des *blocs erratiques*, et le 3e Groupe *supercrétacé*, de M. de la Bèche. Les *Terrains modernes* et les *terrains tertiaires* de M. d'Omalius d'Halloy. Les *Terrains alluviens*, *lysiens*, *clysmiens* et *izémiens thalassiques* de M. Brongniart. Les *Terrains modernes*, *clysmiens*, et partie des *Terrains supercrétacés*, de M. Huot *Formation tertiaire* de M. Buckland. *Période tertiaire* de M. Graves. Les *Cainozoic series* de M Morris.

§ 2355. Werner ayant, depuis longtemps, donné aux parties marines de cette époque le nom de *Terrains tertiaires*, un grand nombre d'auteurs l'ayant, depuis, adopté, et ce nom s'étant vulgarisé dans la science, nous n'avons pas voulu le changer, quoiqu'il soit en opposition directe avec les époques qu'il représente. Lorsque Werner, dans sa méthode, avait des *terrains primitifs*, des *terrains de transition* (pour les terrains paléozoïques) et des *terrains secondaires* (pour nos terrains jurassiques et crétacés), on conçoit, en effet, que le nom de *terrains tertiaires* ait pu venir ensuite. Aujourd'hui, cette grande division des âges du monde n'est plus la troisième époque, mais bien la cinquième et dernière de l'animalisation, avant l'arrivée de l'homme sur la terre.

§ 2356. **Limites de hauteur.** Considérant les phénomènes terrestres des alluvions et des dépôts d'eau douce comme étant nécessairement contemporains des phénomènes marins, nous ne pouvons, en aucune manière, sous le rapport stratigraphique rigoureux, les séparer les uns des autres, et former des époques distinctes de ces différents modes de dépôts qui se faisaient simultanément sur divers points du globe : voilà quant au mode de formation des couches sédimentaires. Il nous reste à donner les limites en hauteur de l'ensemble, que nous considérons comme appartenant à la cinquième grande période du monde animé. Nous appelons *Terrains tertiaires* la succession d'étages comprise entre l'étage danien, dernier représentant des terrains crétacés, et l'époque actuelle. Nous y groupons, dès lors, toutes les couches depuis et y compris l'étage suessonien ou nummulitique, jusqu'aux dépôts subapennins, qui ont précédé l'époque contemporaine. Les grands traits des caractères paléontologiques et stratigraphiques offrent l'accord le plus parfait dans la séparation nette et précise de cet ensemble des époques inférieures et de la faune actuelle.

*Type*. Nous ne connaissons nulle part l'ensemble superposé complet; mais la plus grande partie se montre dans le bassin anglo-parisien, soit en marchant de Vertus (Marne) jusqu'à Paris (*voyez* les étages 24, 25 et 26 *a* de notre coupe, *fig*. 393), soit en allant de l'Aisne (France) en Belgique jusqu'à Tongres, ou dans le bassin pyrénéen, de Saint-Palais, près de Royan, à l'embouchure de la Gironde, jusqu'à l'ouest de Bordeaux.

§ 2357. **Extension géographique**. Comme le démontre notre carte spéciale des mers tertiaires (*fig*. 563), les dépôts marins de cette époque, pris en général, sans avoir égard aux étages, forment en France et en Angleterre quatre bassins maritimes bien circonscrits :

Le bassin anglo-parisien, qui s'étend, en Belgique, jusqu'à Maestricht, et dont les limites orientales, autour de Paris, sont : Vervins, Laon, Reims, Épernay, Montereau ; puis, en tournant au sud et à l'ouest, Provins, Fontainebleau, Étampes, un peu au sud du cours de la Seine, et une partie du Cotentin. Le complément septentrional se trouve en Angleterre, dans le Dorsetshire; puis, en suivant une ligne nord-est et sud-ouest, en passant par Salisbury, Newbury, Reading, Hertford, Norwich, et à l'est de Wells.

Le bassin pyrénéen commence à l'embouchure de la Gironde ; ses limites orientales forment un demi-cercle irrégulier jusqu'aux Pyrénées, en passant par Blaye, Libourne, Marmande, Nérac, Condom, Aire, jusqu'à Pau ; là, il s'élargit, paraît occuper presque toutes les Pyrénées, et communiquer avec le bassin méditerranéen.

Le bassin méditerranéen occupait une partie de la Haute-Garonne, de l'Ariége, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales, de l'Hérault, d'où il couvre une partie de la Provence et s'étend au N.-N.-E, par Carpentras, Montélimart, Voiron, la Tour-du-Pin, le Fort-de-l'Écluse, et continue par la Suisse, jusqu'au Danube.

On voit que ces trois premiers bassins, que nous avons vus occupés successivement par les mers jurassiques et crétacées (§ 2138), l'ont encore été par les mers tertiaires ; mais à ceux-ci vient se joindre un quatrième bassin, inconnu jusqu'alors : c'est le *bassin ligérien*. En réunissant entre eux les lambeaux tertiaires marins disséminés sur une partie de la Touraine et de la Bretagne, on voit qu'il existait une mer, allongée du N.-N.-O. au S.-S.-E., qui commence à Pontlevoy (Loir-et-Cher), passe au N. de Tours, de Château-Gontier, au N.-E. de Rennes, et va rejoindre la Manche, d'où elle s'étendait à l'embouchure de la Loire, dans une partie de la Vendée et des Deux-Sèvres.

Pris en général, les terrains tertiaires se trouvent sur une infinité de points du monde géologique connu, comme on pourra s'en assurer aux étages. Nous ne chercherons donc pas à les mentionner ici, et nous




... France et en Angleterre, à l'époque des terrains tertiaires.

nous contenterons de dire que les terrains qui nous occupent se trouvent sur beaucoup de lieux sous la zone torride, et de chaque côté du monde, jusqu'aux régions des continents voisines des pôles.

§ 2358. **Division des terrains tertiaires en étages.** Beaucoup plus connus que les terrains jurassiques et crétacés, les terrains tertiaires nous ont pourtant demandé beaucoup de recherches. En procédant à leur égard comme pour les terrains précédents (§ 1857, 2140), nous nous sommes bientôt aperçu que, malgré les nombreux et importants travaux des géologues. les terrains tertiaires, dans leurs divisions, demandaient encore quelques modifications importantes, déterminées par les faunes fossiles. D'un côté, en effet, l'étage inférieur de ces terrains, les couches nummulitiques du midi de la France et de l'Europe, étaient considérés comme dépendant des terrains crétacés; tandis que les représentants du même horizon, dans le bassin de Paris, avaient été confondus sous un même nom avec l'étage parisien. Dans le même bassin on avait aussi, souvent, réuni à l'étage parisien une série remarquable de couches qu'on retrouve également en Belgique et dans le bassin pyrénéen, et auxquelles nous conservons le nom de *Tongrien*.

Un savant géologue anglais, dont les importants travaux ont puissamment contribué à éclairer la science, a divisé tous les terrains tertiaires en trois âges, correspondant aux couches inférieures, moyennes et supérieures de quelques auteurs. Il les a désignés comme *Éocènes*, *Miocènes* et *Pliocènes*, en partant du principe que ces étages contiennent des proportions diverses d'espèces identiques avec les espèces vivantes actuelles. Son *Éocène*, la partie inférieure, est regardé comme renfermant les plus anciennes des espèces récentes; son *Miocène*, comme contenant moins d'espèces récentes; et enfin son *Pliocène*, comme renfermant beaucoup d'espèces récentes. Nous avons étudié ce principe de l'identité avec une scrupuleuse attention, en vérifiant les espèces identiques indiquées dans les deux sections inférieures ; et il nous a été impossible de constater une seule des identités signalées. Ne trouvant dans l'*Éocène* et dans le *Miocène* aucune identité, nous ne pouvions conserver cette dénomination, qui est en opposition directe avec la réalité des faits. D'autres motifs, non moins graves, nous ont empêché de conserver, malgré leur popularité, les divisions et les trois dénominations employées par M. Lyell. En plaçant, comme nous l'avons fait, les couches nummulitiques du monde entier aux terrains tertiaires, et séparant de l'étage parisien et des faluns l'étage tongrien si bien tranché partout, l'ensemble des terrains tertiaires ne se divise plus en trois âges superposés, mais en cinq étages des mieux caractérisés.

§ 2359. Ces étages, discutés aux spécialités, sont, en commençant par

les plus inférieurs, les étages *suessonien* ou *nummulitique*, *parisien*, *tongrien*, *falunien* et *subapennin*. On pourra, par la synonymie de chacun en particulier, juger des rapports de ces divisions avec les coupes admises jusqu'à présent. Quant à la terminologie adoptée, elle est toujours basée sur les noms des lieux où ces étages sont le mieux caractérisés, et qui pourront, en toutes circonstances, servir de points types, ou de points étalons pour les faire reconnaître.

§ 2360. **Stratification.** Les caractères stratigraphiques que nous avons invoqués pour séparer les derniers étages crétacés, sénonien et danien, du premier étage tertiaire suessonien (§ 2396) sont, en même temps, les limites qui séparent nettement les terrains crétacés des terrains tertiaires. Considérés comme ensemble, les terrains tertiaires, dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, ainsi que sur tous les points du monde où il n'y a pas de lacune, reposent directement sur les derniers étages crétacés, et aucun doute ne peut être élevé sur leur succession régulière, après les terrains crétacés, dans l'ordre chronologique.

§ 2361. Autour du bassin anglo-parisien, où nous avons vu se succéder régulièrement un si grand nombre d'étages (§ 2395), nous trouvons encore, sur les dernières couches daniennes (voyez *fig.* 393) de Vertus et de Paris, les premiers dépôts tertiaires de l'étage suessonien, et deux autres étages superposés, comme pour témoigner que ces parties de bassin ont reçu successivement, dans la même circonscription, une série des étages tertiaires. La Belgique et le bassin pyrénéen nous montrent aussi la même succession régulière. Il résulte de ces faits que, pris en détail, les terrains tertiaires montrent également, sur quelques points, une succession dans l'ordre chronologique de quelques-uns des âges.

§ 2362. Sur beaucoup d'autres grandes surfaces, on voit, au contraire, des différences énormes de stratification dues soit au manque des derniers étages crétacés, soit au manque des premiers étages tertiaires, soit enfin au manque des uns et des autres à la fois. Les derniers étages crétacés manquent; et le premier étage tertiaire, 24e, repose sur l'étage néocomien, 17e, avec une lacune de six étages crétacés à Orgon (*fig.* 454). Ce premier étage tertiaire repose sur les âges paléozoïques dans l'Aude, sur les terrains jurassiques dans le Var, les Basses-Alpes, etc., etc.; sur d'autres points, c'est un ou plusieurs étages tertiaires qui manquent, comme dans toute la Touraine, en Bretagne, dans le bassin ligérien, où le 26e étage repose successivement sur les âges azoïques, paléozoïques, jurassiques ou crétacés (*fig.* 563 et 595); il en est de même dans l'Hérault, la Drôme et beaucoup d'autres lieux du bassin méditerranéen. On voit par ces deux séries de faits que, si, d'un côté, la succession régulière

nous donne l'âge relatif des terrains tertiaires, les discordances de stratification des autres points séparent nettement les terrains tertiaires des terrains crétacés.

§ 2363. **Groupement des étages.** Plusieurs motifs ont déterminé le groupement des étages tertiaires en un seul ensemble : d'abord, la succession de presque tous les étages superposés que nous remarquons dans les régions orientales et septentrionales du bassin anglo-parisien, et sur les régions septentrionales du bassin pyrénéen (§ 2355); ensuite les profondes discordances qui séparent cet ensemble, des terrains crétacés inférieurs et des dépôts de l'époque actuelle; enfin le facies, l'ensemble des caractères paléontologiques des terrains tertiaires, si différents de la faune des terrains crétacés.

§ 2364. **Séparation des étages**. Indépendamment des faunes qui nous donnent les limites de chacun des étages sur les points où ceux-ci sont groupés dans leur ordre chronologique de succession, nous avons, comme on le verra à chacun des étages en particulier, des caractères de discordances stratigraphiques qui, par l'isolement des étages, coïncident parfaitement, sur ces points isolés, avec les limites des faunes sur les points en relations concordantes. Nous trouvons donc, comme pour les autres terrains, que chaque étage représente une époque comme la nôtre, des mieux caractérisées.

§ 2365. **Composition minéralogique comparée.** Ainsi que le démontreront les comparaisons spéciales à la composition minéralogique des étages, il n'y a pas, pour chacun de ces étages en particulier, de caractères minéralogiques propres qu'on puisse invoquer, chacun montrant successivement, sur des lieux différents, les roches les plus disparates, quoique étant contemporaines. Si, en effet, les caractères minéralogiques des dépôts peuvent aider, quelquefois, à faire reconnaître les étages sur des points rapprochés d'un même bassin maritime, ils ne sont absolument d'aucun secours, et même peuvent tromper l'observateur, lorsqu'il s'agit d'identifier deux points éloignés, dépendants de bassins maritimes différents.

§ 2366. **Puissance des terrains tertiaires.** Nous allons réunir ici la plus grande puissance indiquée à chaque étage, afin d'avoir une idée approximative de leur durée comparative. Nous les placerons dans leur ordre de superposition naturelle, les plus anciens étant les plus bas.

| | | |
|---|---|---|
| 27e étage : subapennin | ........ | 600 mètres. |
| 26e étage : falunien | sup. ou falunien..... | 300 |
| | inf. ou tongrien..... | 100 |
| 25e étage : parisien | ........ | 1,000 |
| 24e étage : suessonien ou nummulitique. .. | | 1,000 |
| | Total........ | 3,000 mètres. |

Tout en étant essentiellement approximatifs, et ne pouvant être groupés ainsi pour donner un total, les chiffres que nous indiquons ont, néanmoins, une valeur pour faire apprécier la durée comparative des époques dans la grande période tertiaire. On reconnaît, par la puissance des dépôts, que les étages les plus considérables sont les deux inférieurs, suessonien et parisien; puis vient le dernier, subapennin, tandis que les deux autres n'atteignent pas la moitié des premiers, surtout.

Les déductions générales qu'on peut tirer dans ces étages de la nature des sédiments et des fossiles, c'est que toutes ces époques successives des terrains tertiaires montraient, comme la nature actuelle, des continents et des mers, soumis à toutes les lois physiques et naturelles qui agissent, aujourd'hui, sur notre globe (§ 78 à 129).

§ 2367. **Caractères paléontologiques.** Le facies si différent qui fait distinguer, au premier aperçu, la faune des terrains tertiaires de la faune des terrains plus inférieurs, crétacés et jurassiques, dépend des caractères positifs et négatifs de la faune tertiaire.

*Caractères négatifs tirés des genres.* Les 228 genres éteints pendant la période crétacée § 2151), sans passer aux terrains tertiaires, deviennent ici autant de caractères négatifs qu'on peut consulter pour distinguer les terrains tertiaires des terrains crétacés.

§ 2368. Les caractères négatifs qui distinguent la faune tertiaire de la faune actuellement vivante sont tellement nombreux, qu'il faudrait un volume pour les énumérer. Nous avons dit ailleurs (§ 1594) que ces genres inconnus dans les couches fossilifères tertiaires, et propres seulement à la faune actuelle, s'élèvent à 1324 environ. Ce nombre de genres, répartis dans toutes les classes et dans les ordres d'êtres, et contemporains de l'homme, aussi inconnus dans les terrains tertiaires, suffira, nous le pensons, pour donner une idée des différences zoologiques qui existent entre les deux.

§ 2369. **Caractères positifs tirés des genres.** Pour distinguer les terrains tertiaires des terrains crétacés, nous avons les 514 genres inconnus aux terrains crétacés, et leur servant de caractères négatifs (§ 2149), qui naissent avec les terrains tertiaires, et sont, pour cette période, autant de caractères positifs.

§ 2370. Les terrains tertiaires se distinguent de l'époque actuelle par 221 genres, qui s'éteignent dans ces terrains, sans arriver jusqu'à la faune contemporaine de l'homme, et offrent autant de caractères positifs différents. Ces genres, qu'on pourra trouver dans nos tableaux, sont ainsi répartis dans les séries animales : parmi les Mammifères, les 66 genres de notre tableau nº 1 ; parmi les Oiseaux, les 4 genres de notre tableau nº 2 ; parmi les Reptiles, les 8 genres de notre 3ᵉ tableau ; parmi les Poissons, 49 genres ; parmi les Crustacés, le genre *Palæoniscus;* parmi les Céphalopodes, 3 genres de nos 5ᵉ et 6ᵉ tableaux ; parmi les Gastéropodes, 8 genres de nos 6ᵉ et 7ᵉ tableaux ; parmi les Lamellibranches, 5 genres de notre 8ᵉ tableau ; parmi les Bryozoaires, 6 genres de notre 10ᵉ tableau ; parmi les Échinodermes, les 16 genres de nos 11ᵉ et 12ᵉ tableaux ; parmi les Zoophytes, les 45 genres de notre 13ᵉ tableau ; parmi les Foraminifères, les 9 genres de notre 14ᵉ tableau ; parmi les Amorphozoaires, le genre *Guettardia*, de notre 15ᵉ tableau.

§ 2371. En résumé, les caractères différentiels de facies entre la faune tertiaire et la faune crétacée sont déterminés par 218 genres négatifs et 514 genres positifs ou 742 formes animales, qui n'existent que dans l'un des deux. Les caractères différentiels entre la faune tertiaire et la faune actuelle sont donnés par 221 genres inconnus dans notre faune, ensevelis dans les couches tertiaires, et par 1324 genres, non encore existants dans la faune tertiaire, nés seulement avec l'homme dans la faune contemporaine. Prise en général, on peut dire encore, que la faune tertiaire se rapproche, par tous ses caractères, beaucoup plus des êtres vivant actuellement que de la faune des terrains crétacés. C'est, en effet, une génération dont les formes sont analogues, sans être identiques, à ce que nous voyons dans nos mers et sur nos continents. Un autre fait ressort également : c'est que l'ensemble de la faune est aussi bien intermédiaire aux terrains crétacés et à la faune actuelle par ses caractères zoologiques que par sa position stratigraphique.

§ 2372. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Les caractères stratigraphiques que donnent les espèces sont très-nombreux. Indépendamment des Plantes, s'élevant à plus de 600, et des Animaux vertébrés et annelés, dont les espèces fossiles atteignent le chiffre de près de 1500, nous avons, seulement dans les Animaux mollusques et rayonnés inscrits dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tomes 2 et 3) le nombre de 6042 espèces discutées, quant à leur synonymie. Ces espèces sont distribuées de la manière suivante dans les étages :

| ÉTAGES. | | Espèces rencontrées dans deux ou trois étages à la fois. | Espèces spéciales à un seul étage. | TOTAUX. |
|---|---|---|---|---|
| 27e étage subapennin | ........ | 83 | 523 | 606 |
| 26e étage falunien | falunien ... | 28 | 2726 | 2754 |
| | tongrien ... | » | 428 | 428 |
| 25e étage parisien | ........... | 8 | 1568 | 1576 |
| 24e étage suessonien | ........ | 8 | 670 | 678 |
| Totaux | ....... | 127 | 5915 | 6042 |
| Nombre réel des espèces communes après suppression des chiffres répétés | ............. | 91 | | |

D'après les chiffres qui précèdent, les faits relatifs aux espèces, dont on trouvera les détails aux étages, nous permettent de donner, comme aux terrains précédents, les conclusions suivantes :

§ 2373. 1° Il existe, dans les terrains tertiaires, plus de 8000 espèces d'Animaux entièrement différents des Animaux des périodes antérieures et de l'époque actuelle, et pouvant caractériser ces terrains.

2° Ce nombre se divise en cinq zones superposées, formant, dans l'ensemble des terrains tertiaires, autant de faunes chronologiques ou d'époques qui se sont succédé régulièrement les unes aux autres.

3° Chaque zone a montré encore une faune spéciale, distincte des zones inférieures et supérieures, qui constitue un étage, une époque bien caractérisée, de la même valeur que l'époque actuelle.

4° Le nombre des espèces qui se trouvent, par accident ou autrement, dans deux de ces étages à la fois, dont le nombre avait été considérablement exagéré, par suite de fausses déterminations, est dans les rapports de 91 à 6042, et ne s'élève, dès lors, en réalité, qu'à *un et demi pour cent*. Ce nombre, si peu élevé, ne peut donc, en aucune manière, infirmer les résultats propres aux faunes spéciales successives.

§ 2374. **Chronologie historique.** La grande période des terrains tertiaires a montré, à toutes les époques, des continents et des mers; mais ces continents et ces mers, au moins en Europe, se sont modifiés successivement à chaque étage. Voici, comme on en verra les détails aux étages, les grands traits de ces modifications.

1re *Circonscription des mers tertiaires.* Au commencement de la grande période tertiaire, pendant la durée de l'étage suessonien ou nummulitique, les mers et les continents différaient peu de leurs dernières circonscriptions pendant la période crétacée. (*Voyez* étage 24e de *notre carte, fig.* 563.) Le bassin anglo-parisien, très-restreint au sud,

avait abandonné la Touraine, et ne s'étendait plus que du cours de la Seine jusqu'à Bruxelles en Belgique, et depuis Reims et Montereau en France jusqu'à Salisbury et à Hertford en Angleterre. Cette mer s'était donc diminuée au sud, et très-élargie au N.-E. Elle était bornée au N.-O. par le continent anglais, et au sud par le massif breton, réuni au plateau central et aux Vosges de la France, qui s'étend au N.-E. jusqu'en Belgique et au grand-duché du Bas-Rhin, etc.

Le bassin pyrénéen paraît aussi peu différer de la circonscription pendant la dernière période crétacée ; la mer seulement, très-restreinte au N. et au N.-E., s'étend de l'embouchure de la Gironde aux parties aujourd'hui occupées par les Pyrénées, qu'elle recouvre partout, en France et en Espagne. Elle communiquait, par le S.-E., avec le bassin méditerranéen. Cette mer est bornée au N. et au N.-E. par le massif breton et le plateau central réunis.

La mer méditerranéenne commence dans la Haute-Garonne, l'Ariége et l'Aude ; elle paraît, ensuite, avoir couvert, sur l'emplacement des Alpes, une partie du Var, des Basses-Alpes, et s'être prolongée beaucoup au N.-N.-E., dans les Alpes, les Carpathes, l'Italie, la Dalmatie, etc

2e *Circonscription des mers tertiaires.* Les Pyrénées ayant surgi au-dessus des mers, en même temps que le pays de Bray et une partie du Surrey, en Angleterre, se sont surélevés à la fin de la période suessonienne, les mers ont totalement changé de circonscription, comme on le verra sur notre carte (*fig.* 563, au 25e étage). Dans le bassin anglo-parisien, la surélévation du pays de Bray, du Pas-de-Calais en France, du Surrey et du Sussex en Angleterre, paraît avoir refoulé les mers vers le S.-O. et le N.-E., en France et en Angleterre. Sur le continent actuel, la mer parisienne s'étend du Cotentin à la Seine et jusqu'à Épernay ; mais, très-restreinte au N.-E., elle ne paraît pas s'étendre au delà de Laon. Interrompue dans une partie de la Somme, du Pas-de-Calais et de la Belgique, elle reparaît sur une ligne est et ouest, parallèle à Bruxelles, et se trouve alors séparée en deux parties. La même chose se voit en Angleterre, où les mers parisiennes se montrent seulement au nord et au sud du Sussex et du Surrey.

Le bassin pyrénéen paraît avoir subi le plus grands changements. La chaîne des Pyrénées ayant remplacé les mers suessoniennes, la mer parisienne a été considérablement réduite. On n'en trouve des traces qu'à Blaye, à l'embouchure de la Gironde et dans la Vendée, où elle paraît s'étendre pour la première fois.

Dans le bassin méditerranéen, la mer parisienne ne montre plus que des lambeaux dans les Alpes françaises et la Savoie.

3e *Circonscription des mers tertiaires*, à l'époque des dépôts ton-

griens. Plus séparées que jamais en deux parties, les mers du bassin anglo-parisien s'éloignent, de plus en plus, en France vers le N.-O., dont elles n'occupent plus qu'une partie, autour de l'emplacement actuel de Paris (étage 26 *a* de notre *fig.* 563). En Belgique, elles s'éloignent aussi beaucoup vers le N.-E. de Tongres, à Maestricht. Dans le bassin pyrénéen, la mer occupe une surface E. et O., comprise entre Nérac, Bergerac et l'Océan, et du N. au S. depuis Lesparre jusqu'à Dax.

4° *Circonscription des mers tertiaires.* Des changements de niveau, sans doute déterminés par des perturbations géologiques, viennent changer encore la forme des mers faluniennes. A cette époque, la mer se retire entièrement du bassin parisien, où nous avons vu se succéder les mers de *vingt-deux* époques, des terrains triasiques à l'étage tongrien. Toujours en s'avançant vers le N.-E., la mer, dans l'ancien bassin anglo-parisien, ne se voit plus qu'au N.-E. de la Belgique, et au N.-E. de l'Angleterre, dans le Suffolk et le Norfolk. Comme pour compenser ce manque de mers autour de Paris, il se forme une nouvelle mer, que nous désignerons comme *bassin ligérien*, qui s'étend de Pontlevoy jusqu'à la Manche (*voyez* étage 26 *b* de notre carte, *fig.* 563), en couvrant une partie des départements de Loir-et-Cher, d'Indre-et-Loire, des Deux Sèvres, de Maine-et-Loire, de la Mayenne, de la Loire-Inférieure, d'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord. Dans le bassin pyrénéen, la mer falunienne se rétrécit seulement tout autour, et n'occupe plus que le dedans des parties occupées par la mer tongrienne. Le bassin méditerranéen, au contraire, commence dans l'Hérault, occupe les Bouches-du-Rhône, et s'étend au N.-N.-E., par Valence, la Tour-du-Pin, le fort de l'Écluse, en Savoie et en Suisse, jusqu'au Danube, dans quelques parties du Var et dans les États sardes.

5° *Circonscription des mers tertiaires.* A l'époque de l'étage subapennin, les mers ont encore changé de formes. La surélévation des Alpes ayant changé les niveaux et amené de grandes perturbations, elles n'occupent plus le bassin ligérien ni le bassin pyrénéen ; et, de toutes les mers tertiaires de France, nous ne voyons plus, sur les continents actuels, que deux points maritimes, les environs de Perpignan et de Montpellier; mais en Italie, au contraire, tout l'Astesan et une grande surface de la péninsule étaient sous les eaux. On s'aperçoit, néanmoins, que les mers tertiaires se sont rapprochées de leur forme actuelle durant la période subapennine, et qu'il reste peu de changements pour leur donner la forme qu'elles ont aujourd'hui.

§ 2375. Durant la période tertiaire, les Animaux se sont bien souvent renouvelés ; mais le caractère le plus tranché de cette époque est, sans contredit, l'apparition et le développement extraordinaire qui a eu lieu *parmi les* Animaux vertébrés. C'est, en effet, alors, que les continents se

sont peuplés, pour la première fois, de ces Mammifères si remarquables par leurs proportions ou leurs caractères, tels que les Antacotherium, les Lophiodon, les Palæotherium, les Anoplotherium, les Dinotherium, les Toxodon, les Mastodon, les Smilodon, les Glyptodon, les Megatherium, les Megalonix, et tant d'autres que nous nous dispensons de citer. C'est encore alors, que les continents étaient peuplés de ces Oiseaux réellement géants, même à côté de notre autruche ; de ces Salamandres (Andrias) aussi grandes que les crocodiles actuels. Il est à remarquer que tous ces grands Animaux devaient être entourés d'une végétation proportionnée. Les mers étaient également peuplées d'un nombre considérable d'êtres de toutes les classes, presque aussi variés que de nos jours.

§ 2376. Pour les Végétaux, voici ce que M. Brongniart en dit, après avoir donné le tableau suivant du nombre des espèces :

| | ÉPOQUE éocène. | | ÉPOQUE miocène | | ÉPOQUE pliocène. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cryptogames | 33 | » | 10 | » | 13 | » |
| Amphigènes | » | 16 | » | 6 | » | 6 |
| Acrogènes | » | 17 | » | 4 | » | 7 |
| Phanérogames monocotylédones | 33 | 33 | 26 | 26 | 4 | 4 |
| Dicotylédones | 143 | » | 97 | » | 195 | » |
| Gymnospermes | » | 40 | » | 19 | » | 31 |
| Angiospermes | » | 103 | » | 78 | » | 164 |
| TOTAUX | 209 | | 133 | | 212 | |

« Quant aux caractères tirés des formes végétales pendant ces trois « époques, les plus remarquables me paraissent :

« 1° Pour l'époque *éocène* (1) (nos étages suessonien et parisien), la « présence, mais la rareté, des palmiers, bornés à un petit nombre d'es- « pèces. La prédominance des algues et des monocotylédones marines « qu'on doit attribuer à la grande étendue des terrains marins pendant « cette époque. L'existence d'un grand nombre de formes extra-euro- « péennes, résultant surtout, du reste, de la présence de fruits fossiles « de Sheppey ;

« 2° Pour l'époque *miocène* (nos étages tongrien et falunien), l'abon-

(1) Nous avons voulu reproduire textuellement le texte de M. Brongniart, tout en n'adoptant pas les dénominations d'*éocène*, de *miocène* et de *pliocène* (§ 2358).

« dance des palmiers dans la plupart des localités appartenant sans « contestation à cette époque ; l'existence d'un assez grand nombre de « formes non européennes, et particulièrement du genre *Steinhauera*, « qui me paraît une rubiacée voisine des *Nauclea*, trouvée dans plu- « sieurs localités de ces terrains ;

« 3° Pour l'époque *pliocène*, la grande prédominance et la variété « des Dicotylédones, la rareté des Monocotylédones et l'absence surtout « des palmiers ; enfin, l'analogie générale des formes de ces plantes « avec celles des régions tempérées de l'Europe, de l'Amérique septen- « trionale et du Japon.

« Un caractère remarquable des flores de ces trois époques, mais qui « devient plus frappant encore pour cette dernière, dans laquelle les « plantes dicotylédones sont plus nombreuses, c'est l'absence des fa- « milles les plus nombreuses et les plus caractéristiques de la division « des Gamopétales. Ainsi, au milieu des empreintes si nombreuses de « Partschlug, d'Œningen, de Hœrring, de Radohoj, etc., rien n'annonce « l'existence des Composées, des Campanulacées, des Personnées, des « Labiées, des Solanées, des Borraginées, etc. Les seules Monopétales, « citées en grand nombre, sont des Éricacées, de Nicinées, quelques « Sapotées et Styracées, familles qui tiennent presque autant des Dia- « lypétales que des Gamopétales. Dans la flore miocène seulement, on « indique plusieurs Apocynées et le genre Rubiacées. »

§ 2377. En voyant à toutes les époques tertiaires, les genres d'Animaux des régions chaudes actuelles se trouver également dans les régions tempérées et froides, nous devons croire, comme nous généraliserons cette observation plus tard, qu'une température uniforme, produite par la chaleur centrale de la terre, neutralisait les lignes isothermes jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur la terre.

Nous avons aussi, pendant toute cette longue période, des preuves sans nombre que les oscillations du sol étaient très-fréquentes, et qu'elles ont amené de nombreuses perturbations durant les différentes époques.

§ 2378. La circonscription stratigraphique des étages, les limites des faunes et les changements survenus dans la circonscription des mers nous donnent la certitude que, à cinq reprises successives, des perturbations géologiques plus fortes que les oscillations (§ 163) ont interrompu l'animation sur les continents et les mers. Après chacune de ces catastrophes, le calme est revenu sur la terre, et une création nouvelle, composée d'espèces distinctes des espèces de l'époque antérieure, est venue repeupler la nature entière.

§ 2379. Les roches plutoniennes qui apparaissent, lors des dislocations de la période tertiaire, non citées dans les terrains plus anciens, sont les suivantes, d'après M. Cordier.

**Mimosite** (partie de la *Dolérite* et du Trapp de M. d'Omalius d'Halloy, partie de la Dolérite de M. Brongniart), roche de couleur noirâtre, grenue, à grains très-fins, composée de pyroxène ($^1/_5$ à $^1/_{10}$ de la masse), de fer titané (1 à $^4/_{100}$), et, pour le reste, de feldspath vitreux teint en vert noirâtre par le pyroxène. Cette roche passe au Basanite.

§ 2380. **Phonolithe.** (*Pétrosilex fissile* et partie des *Leucostines* de M. Brongniart, *Klingstein* des Allemands.) Cette roche ne diffère des *trachytes* que par le volume des parties constituantes. Pâte analogue, compacte, ayant un fil très-prononcé suivant le plan du courant, et formant souvent des plaques tubulaires résonnantes. Elle forme des amas horizontaux, des dykes et des filons.

§ 2381. **Leucostine.** (*Porphyre leucostinique; Porphyre trachytique*, partie du *Phonolithe* de M. d'Omalius et des *Leucostines* de M. Brongniart.) Intermédiaire entre les trachytes et les phonolithes, et de même composition, quoique de contexture plus serrée que la première, et moins que la seconde, cette roche diffère, de plus, du phonolithe en ce qu'elle n'est ni fissile, ni sonore. Le mica, le fer titané et l'amphibole y sont plus abondants. Son aspect est porphyrique, par la présence de cristaux visibles de feldspath, de mica et d'amphibole. Elle se trouve comme les phonolithes.

§ 2382. **Trachyte.** (Comprenant la *Domite* de quelques géologues; *Masegna nécrolithe.*) Pâte poreuse, âpre au toucher, composée entièrement de grains microscopiques de feldspath enchevêtrés et laissant des vides entre eux, plus quelques centièmes de mica, d'amphibole et de fer titané. Des cristaux de ces éléments rendent le trachyte porphyroïde. Il forme, comme les roches précédentes, des amas, des filons et des dykes.

§ 2383. **Fritte leucostinique** (ou *Fritte trachytique*). Avec la même composition que les trachytes, cette roche en diffère par sa couleur rougeâtre, sa texture plus lâche, son aspect scoriacé et ses boursouflures. Elle n'est point vitreuse, et sa pâte est souvent lithoïde. Elle forme des surfaces à la partie inférieure des courants trachytiques, phonolithiques et leucostiniques.

§ 2384. **Dolérite.** Cette roche grenue est formée des mêmes éléments que la mimosite, mais avec plus de pyroxène ($^1/_4$ ou $^1/_3$ de la masse), de fer titané (jusqu'à $^{15}/_{100}$), et contenant le feldspath de couleur blanchâtre, au lieu d'être vert ou noirâtre. Elle est souvent poreuse et cellulaire, quelquefois amygdalaire; sur certains points, ses éléments diminuent de volume; la roche passe à l'état compacte, et de là aux basaltes.

§ 2385. **Basanite.** (Partie de la *Téphrine* de M. Brongniart, partie de la *Téphrine* et du *Basalte* de M. d'Omalius d'Halloy; *Lave téphri-*

*nique.*) Avec la même composition que les mimosites, cette roche contient des éléments microscopiques. Elle est souvent cellulaire, de couleur grisâtre ou brunâtre, se vitrifiant au chalumeau en verre blanc grisâtre parsemé de points plus foncés.

§ 2386. **Basalte.** (Le *Basalte*, et partie du *Basanite* de M. Brongniart, partie du *Basanite* de M. d'Omalius.) Avec des éléments microscopiques analogues à ceux des basanites, cette roche s'en distingue par sa couleur noirâtre. Elle est souvent porphyroïde, cellulaire et prismatique, et contient du péridot, soit en cristaux disséminés, soit en rognons.

§ 2387. **Péridolithe.** (Partie du *Basalte* de M. d'Omalius, et du *Basanite* de M. Brongniart.) Basaltique ou basanitique, ordinairement grisâtre ; dans cette roche une grande partie du pyroxène est remplacée par du péridot, qui y forme quelquefois près de la moitié de la masse. En décomposition, cette roche devient rougeâtre.

§ 2388. **Amphigénite.** (*Leucitophyre* de M. d'Omalius. *Lave amphigénitique.*) Roche basaltique grisâtre, dans laquelle la plus grande partie du feldspath est remplacée par des cristaux d'amphigène, souvent visibles à l'œil nu. Elle fait partie des déjections de quelques volcans éteints et du Vésuve.

§ 2389. **Cendres basaltiques** (ou *Cinérite*). M Cordier a reconnu que cette cendre est composée des mêmes éléments minéralogiques que les laves basaltiques. Ce sont des cristaux microscopiques de pyroxène, feldspath, fer titané, amphigène, péridot, etc , en couches ou en amas.

§ 2390. **Pumite lapillaire.** (Partie de la *Ponce* de M. d'Omalius.) Cette roche ne diffère des *pumites* stratiformes qu'en ce qu'elle résulte du refroidissement dans l'air et de la consolidation, par petits fragments, de matières incandescentes projetées par les volcans, et qui forment, sur le sol, des couches incohérentes.

## 24e Étage : SUESSONIEN, d'Orb.

*Première apparition* certaine de la classe des Mammifères; des ordres des Oiseaux passereaux, des Poissons pleuronectoïdes, des Gastéropodes pulmonés, des Crustacés stomapodes ; des genres *Sigaretus*, *Oliva*, *Triton*, *Terebra*, *Cassis*, *Helix*, *Bulimus*, *Cyclostoma*, *Melanopsis*, *Anodonta*, *Schizaster*, *Flabellum*, *Sphenotrochus*, *Ceratotrochus*, etc.

*Règne* des genres *Protornis*, *Terebellum*, *Buccinanops*, *Teredina*, *Pygurus*, *Hemiaster*, *Conoclypus*, *Eupatagus*, *Gualtieria*, *Conocrinus*, *Enallastrea*, *Assilina*, *Nummulites*, etc., etc.

*Zone* du *Physa gigantea*, du *Turritella carinifera*, du *Nerita Schemidelliana* (*Conoidea*, Lam.), du *Voluta ambigua*, du *Cerithium vulcanum*, du *Crassatella rhomboidea*, du *Spondylus bifrons*, de l'*Ostrea*

*eversa*, des *Nummulites nummularia* et *planulata*, de l'*Assilina depressa*, des *Alveolina ovoidea* et *oblonga*.

§ 2391. Confondu, sous le même nom d'*Éocène*, avec l'étage parisien, d'autres fois entièrement séparé, tour à tour considéré comme crétacé, comme tertiaire, ou intermédiaire aux deux terrains, suivant les lieux ou sa composition minéralogique, l'étage qui nous occupe a reçu beaucoup de noms différents, et a motivé les observations les plus contradictoires. En l'abordant, nous ne nous dissimulons pas les difficultés que nous avons à vaincre pour résoudre quelques-unes des questions qui s'y rattachent, et pour répondre, dans un cadre aussi restreint que le nôtre, aux idées émises à son égard. Dégagé de toute opinion préconçue et de toute influence, nous allons entrer franchement dans la lice. Nous accumulerons les faits, nous les discuterons, comme nous l'avons fait jusqu'ici, afin d'arriver, par leur ensemble, à une solution logique. Si nous ne réussissons pas à jeter quelque lumière sur un des points les plus controversés de la science, nous aurons au moins apporté notre tribut de recherches, et nous aurons tenté l'une des tâches les plus difficiles de la géologie actuelle (1).

§ 2392. **Dérivé du nom.** Ne pouvant, en aucune manière, conserver à l'étage soit un nom basé sur un caractère minéralogique, toujours local, ou sur un caractère de fossiles qui peut manquer et n'être plus vrai, nous avons donné à l'ensemble le nom d'*étage suessonien*, la ville de Soissons (*Augusta Suessonum*, ou *Suessones*) en montrant, aux couches inférieures de sa vallée, l'un des types français. Nous réunissons sous ce nom l'argile plastique, les lignites et les sables inférieurs glauconieux du bassin parisien, placés au-dessous de la zone à *Nummulites lævigata* du bassin de Paris; le calcaire à nummulites de Royan, des bords de l'Adour, de la chaîne des Pyrénées et de Biaritz, dans le bassin pyrénéen ; les calcaires nummulitiques de Cuiza, du mont Alaric ; les calcaires d'eau douce des montagnes Noires, d'Orgon, de Vitrolles ; les terrains nummulitiques du Vit, près de Castellanne, de la fontaine du Jarrier, près de Nue, et presque tous les terrains nummulitiques du monde. Voici, du reste, la synonymie des parties que nous y réunissons stratigraphiquement.

§ 2393. **Synonymie.** Suivant les fossiles, c'est le *Calcaire nummulitique* des auteurs, la *Formation nummulitique* de M. Gras, une partie des *Terrains éocènes* de M. Lyell. *Suivant la position*, c'est une partie (*argiles plastiques*) des terrains tertiaires inférieurs de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont.

*Suivant la composition minéralogique*, ce sont les *Sables inférieurs*

(1) Cet ouvrage ayant été écrit en 1847, nous n'avons fait, à l'étage suessonien, qu'ajouter les observations de M. Murchison, qui confirment en tout point les nôtres.

de M. Melleville; la *Glauconie inférieure*, le *Calcaire lacustre inférieur*, les *Argiles*, les *Lignites*, les *Sables* et les *Grès glauconieux* de M. d'Archiac; l'*Argile plastique* des auteurs; le *Plastic clay* de M. Mantell et des géologues anglais; le *Sand de Woolwich* de M. Morris; les *Terrains alariciens* et *nummulitiques* de M. Talavignes; le *Terrain épicrétacé* de M. Leymerie; la *Formation crétacée supérieure* de M. de Collegno (Turin, 1837); l'*Étage glauconieux* ou les *Sables glauconieux inférieurs* (*Sables*, *Grès* et *Poudingues glauconieux*, les *Lignites* et la *Glauconie moyenne*) de M. Graves; les *Terrains marno-charbonneux, argilo-sableux clastiques* de M. Brongniart; le *Terrain tritonien inférieur* de M. d'Omalius d'Halloy; l'*Argile plastique* et les *Sables quartzeux glauconifères* de M. Charles d'Orbigny (tableau). C'est le *Terrain à lignites* de M. Mathéron; les *Argiles d'Hautrage*, les *Grès de Grandglise* de M. d'Omalius.

*Types français.* Les sables de Bracheux (Oise); les couches inférieures au *nummulites lævigata* de Soissons, de Laon (Aisne), de Cuise-la-Motte; le mont Alaric, Couiza (Aude); les bords de l'Adour, Biaritz (Landes et Basses-Pyrénées); le Vit, près de Castellanne (Basses-Alpes); Saint-Vallier (Var).

§ 2394. **Extension géographique**. (*Voyez* étage 24$^{e}$, *fig.* 563.) Commençons par le bassin anglo-parisien. Des lambeaux se remarquent en France au nord-ouest des grandes surfaces, comme ceux du phare d'Ailly, de Varengeville, près de Dieppe, les buttes de Combles, au sud-est d'Eu, la colline sur Authie (Seine-Inférieure), à Saint-Valéry-sur-Somme (Somme), à Cassel (Nord), à Sauros, à Saint-Aubin, à Saint-Josse, à l'ouest de Montreuil-sur-Mer (Pas-de-Calais). Une ceinture se voit au nord et à l'est du bassin, indépendamment de vastes lambeaux au centre. Le département de l'Oise, si bien étudié par M. Graves, en offre de vastes surfaces, à Bonneuil, à Gallet, à Breteuil, à Crèvecœur, à Beauvais, à Bracheux, à Abbecourt, à Noailles, à Guiscard, à Noyon, à Solente, à Cuise-la-Motte, à Gilocourt, à Pierrefonds, etc., etc. On le voit, dans la Somme, à Roye, à Nesle; dans l'Aisne, à Soissons (couches inférieures), à Cormicy, à Villers-le-Francœur, à Saint-Quentin, à la Fère, à Laon, et sur beaucoup d'autres points cités par MM. d'Archiac et Malleville. Il forme, dans ce département, une bande non interrompue, qu'on voit sur la craie et au-dessous des calcaires grossiers, et qui se continue dans la Marne, à Châlons-sur-Vesle, à Fleury-la-Rivière, à Ciry-Salsogne, à Dizy-les-Rosières, à Lizy, aux Voisillons, à Mailly, à Rilly-la-Montagne, tout autour d'Épernay, à Mutigny, à Champillon, à Quatre-Œufs, près d'Ay, au mont Bernon, près d'Épernay, à Cuis et à Chavot; auprès de Vertus, de Sézanne, de *Villenoxe*; dans Seine-et-Marne, à Provins, à Montereau, à Melun.

Autour de Paris, on le trouve sous l'étage parisien, à Meudon, à Vaugirard, et à Gentilly. Nul doute que la mer suessonienne du même bassin ne s'étendît, sans interruption, en Angleterre, sur l'étage sénonien, dans le Dorsetshire, le Wiltshire ; dans le Kent, à Upnor ; dans le Sussex, à Newhaven, à Castle-Hill, à Alumbay, dans l'île de Wight ; dans le Surrey, à Headeley, à Bromley ; autour de Londres, à Charlton, à Loampit-Hill, à Croydon, à Wolwich, à Deepford, à Lewesham, à Sundridge-Park ; dans le Berkshire, à Catsgrove, près de Reading ; dans l'Herefordshire, à Northaw, à Stubbington. Nous ne doutons pas, non plus, d'après les recherches de M. d'Archiac, que l'étage ne se continue en Belgique, où il a été reconnu à Sainte-Trinité, près de Tournay, entre Gilly et Charleroy, à Espenon, de Nivelle à Saint-Tron, près de Jodoigne, à Mons, à Ciply, jusqu'à Folx-les-Caves et Orp-le-Grand, à Hautrage, à Peruwels, à Grandglise et à Saint-Gilles, près de Bruxelles.

Dans le bassin pyrénéen, cet étage paraît encore occuper une plus vaste superficie. Nous en avons découvert, en 1844 (1), à Saint-Palais, près de Royan, à l'embouchure de la Gironde (Charente-Inférieure), un lambeau bien caractérisé, que M. Raulin a reconnu s'étendre sous la tour de Cordouan, à la pointe du Médoc, aux rochers de Saint-Nicolas et d'Osseau. Il paraît, en effet, occuper, sous les étages parisien et falunien, tout le bassin de la Gironde et de l'Adour. On le voit poindre dans le département des Landes, à Baskeras, à Tuc-du-Saumon, près de Casoen, au nord de Montfort, à Brassempouy, près de Hagelman, à Gibret, à Laplane, à Bastennes, à Gamarde, à Mouguerre, à Donzacq, au Petit-Sarrail, et sur une partie du cours de l'Adour ; dans les Basses-Pyrénées, au port des Basques, à Bidart, à Saint-Pierre, à Peyrorade et au phare de Biaritz. M. de Verneuil l'a reconnu sur le versant espagnol des Pyrénées, à Columbres, sur la limite des provinces des Asturies et de Saint-Ander, ainsi qu'à San-Vicente de la Barquera. L'étage paraît former une vaste bande sur tout le versant méridional des Pyrénées en Espagne, en partant de Vittoria, et passant par Pampelune, Sanguesa, Jaca, Ainsa, Pobla, Berga, Ripoll, Castel-Follit et Figuières. Dans les Pyrénées françaises, le versant septentrional en offre de bien caractérisé, aux environs de Pau.

Le bassin méditerranéen nous montre de très-vastes surfaces de l'étage suessonien. Si nous continuons le versant septentrional des Pyrénées, nous l'avons parfaitement reconnu dans la Haute-Garonne, à Saint-Martory même, à Boulogne, à Saint-Gaudens. Il existe encore dans les Hautes-Pyrénées, à Mauléon, canton de Castelnau-Magnoac, au mont Gaillard, à Montbrun ; dans l'Ariége, au Mas, à la Roque ; dans l'Aude,

(1) *Bulletin de la Société géol. de France*, t. XIV, p. 487.

il forme un vaste lambeau d'un côté sur le versant des montagnes Noires, de l'autre à Couiza, près d'Allet, à Montolieux, à Roubia, au mont Alaric, à Lagrasse, à Conques, à Bize, à Albas, à Fonjoncouse, à Fontcouverte, à Villeneuve-les Chaudens, à Villegailhenc, au nord de Carcassonne, à Véraza, à Coustouge, à Esperaza, aux bords du Rable, entre Saint-Laurent et Coustouge. Nous considérons comme un dépôt terrestre de cette époque tout le calcaire d'eau douce inférieur qui se montre d'abord à Orgon; puis, interrompu par la dislocation des Alpines et des Opies, il reparaît à la Fare, à la Tête-Noire, à la rivière de Larc; forme toutes les hautes collines de Vitrolles, et se continue à Gardanne, à Fuveau, à Trets, à Auriol, à Pichinier, à Peynier, à Simiane, à Rognac, aux Baux, à Mimet, à Mons à Canet, près de Mereuil, à Saint-Victoret, à Langresse et au quartier du Montaignet, près d'Aix, à Martigues (Bouches-du-Rhône), dont les fossiles ont été décrits par M. Mathéron. Dans le Var, un lambeau existe près du Beausset, à Aups et à la Cadière. Avec M. Astier, qui a rendu de si grands services à la géologie des Alpes, nous avons reconnu un petit lambeau au Pilon-de-Saint-Vallier, route de Grasse à Castellanne; nous en avons vu un second au Vit et à la montée de Taulanne, près de Castellanne. D'autres ont été reconnus par M. Scipion Gras, à six kilomètres au nord-ouest de Saint-André-de-Méouilles, sur la rive droite du Verdon; à Saint-Benoît, près d'Annot, à Lausanier, à Bauvesert (Basses-Alpes). On le retrouve autour de Barcelonnette, de Colmars; M. Astier l'a rencontré à Saint-Sever, à Saint-Paul-du-Var, et il se continue, dans le comté de Nice, à la Fontaine du Jarrier, à la montagne de la Palarea, et, suivant M. de Collegno, au roc de Cassino et à la Trinita de Cassino, près de Turin

L'étage couvre, en lambeaux, une partie de la Suisse, de la Savoie, de l'Italie, de la chaine des Alpes et des Carpathes, si bien étudiés par M. Murchison. On le voit à Thones (Savoie); à Beatenberg, sur les bords du lac de Lucerne, aux environs d'Einsiedeln, à Glaris, dans les Grisons, près d'Appenzell, près de Weissbad, au Vorarnberg, au nord de Schwarzenberg; dans les Alpes méridionales et dans le Vicentin, à Ronca, au Mont-Bolca, près de Bassano, au val d'Urgana, au val d'Agno, à Castel-Gomberto, à Vérone; dans le Tyrol autrichien, à Untersberg, à Karst; au nord de Venise, à Bellune, au nord de Trieste, près de Trente, près de Vienne; en Bavière, au Kressemberg; dans la Transylvanie, à Klausenburg; dans la Hongrie, à Wollersdorf; dans l'Istrie, la Dalmatie, en Carniole; en Pologne, au pied du Tatra, à Zokoparre; dans la Carinthie, à Guthareng, etc.

On en retrouve encore de vastes lambeaux en Crimée, à Salghir, à Sevastopol; dans le Caucase, en Perse, en Syrie, dans le Taurus; en *Égypte*, où les grandes pyramides en sont bâties; en Assyrie, à Ma·din

en Grèce, en Morée. Un lambeau terrestre existe dans l'Inde, à Munnoor, à Chioknée, à Sichel-Hills; et il paraît que tout le versant méridional de l'Himalaya en montre un vaste développement, comme nous avons pu en juger par les fossiles qui nous ont été communiqués par M. Murchison, et provenant des recherches des géologues anglais. M. Mac Cleland l'a rencontré, en partant de Calcutta, dans l'Aham supérieur, au delà du Delta, du Bramaputra. M. Barnes a rencontré l'étage formant une crête sur la rive droite de l'Indus; il forme encore la sommité des monts Hala, court du sud au nord, depuis la côte de l'ouest, et se termine au nord-ouest de Caboul, dans le Caucase hindou. Il existe à l'extrémité ouest de la province de Cutch, du côté du Sinde, où M. Grant a observé qu'il repose sur les terrains jurassiques.

En résumé, l'étage, comme nous le considérons, se trouverait en France, dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen; et s'étendrait, en Europe, de l'Angleterre et de l'Espagne jusqu'en Crimée et au Caucase, et de là, en Asie, jusqu'à Calcutta, sur le revers méridional de l'Hymalaya, et en Afrique. On juge, dès lors, quelle peut être son importance géologique.

§ 2395. **Stratification.** (*Voyez* l'étage 24 de notre coupe, *fig.* 393.) Prenons, de tous les pays, la partie peut-être la moins tourmentée pour point de départ et pour base de nos comparaisons. Voyons, par exemple, dans le bassin anglo-parisien, où nous avons déjà vu se succéder régulièrement, sans lacunes, les étages triasiques (§ 2792), tous les étages jurassiques (§ 2877), et tous les étages crétacés (§ 2157), ou *dix-neuf étages sur vingt-sept*, comment se comporte ce premier membre des terrains tertiaires. Lorsque la série crétacée est complète et terminée supérieurement par l'étage danien, au mont Aimé, à Vertus, à Montereau, à Meudon, au Port-Marly, par exemple, les dernières couches de l'étage suessonien, à l'état de sable, de lignites ou d'argiles, reposent immédiatement dessus, en couches presque concordantes. Sur les points où l'étage danien manque, comme dans tout le département de l'Oise (Laversines excepté), dans la Seine-Inférieure, la Somme, l'Aisne, la partie occidentale de la Marne, et en Angleterre, l'étage suessonien repose partout sur l'étage sénonien. Tous les géologues sont donc maintenant d'accord pour croire que les premières couches tertiaires du bassin anglo-parisien, représentées par les sables glauconieux, par les argiles ou les lignites, ont bien succédé régulièrement, dans le bassin anglo-parisien, à l'étage danien, lorsqu'il existe, ou aux couches sénoniennes, lorsque ce dernier a été dénudé. Il ne peut, dès lors, rester aucun doute sur cette succession chronologique régulière. Ce fait admis, qui fixe bien la position relative de l'étage suessonien, il s'agit de savoir si cet étage, le premier du bassin anglo-parisien, n'offre pas, ailleurs, un

[illegible] intermédiaire à l'étage danien, ou si la série se trouve partout [illegible] dans ce bassin géologique.

Dans le bassin pyrénéen, nous avons vu le lambeau nummulitique de Saint-Palais, près de Royan (fig. 564), reposer immédiatement sur l'é-




[illegible] Saint-Palais, près de Royan (Charente-Inférieure).

[illegible] existe à Biarritz, à Bidart, à Peyro- [illegible] paraît en être ainsi en Espagne. Le [illegible] même superposition dans l'Aude, dans [illegible] dans le Var, au Beausset, au plan [illegible] semblable dans beaucoup de [illegible] reconnues par M. Mur- [illegible] Sévastopol, en Crimée, et sans [illegible] nous ne connaissons [illegible] sur ces points, les allures [illegible] mentionnées à ce qu'on [illegible] Beauvais, etc., [illegible] partout où nous avons pu [illegible] soit d'après les [illegible] avons trouvé, lorsqu'il [illegible] particulier [illegible]

[illegible]

suessonien ne doit sa conservation, sur ce point, qu'à un affaissement de l'étage sénonien antérieur aux dépôts tertiaires. Il en est de même au Pilon de Saint-Vallier (Var).

§ 2397. Il existe, dans le bassin parisien, des discordances de dénudation marquées par l'altération supérieure de l'étage danien si visible à Vigny, où les couches ont été corrodées, ravinées, avant d'être recouvertes par les premiers dépôts tertiaires. Ces discordances sont surtout nombreuses tout autour du bassin parisien. C'est, en effet, à des dénudations profondes qui ont suivi les derniers dépôts crétacés, et ont précédé les premiers dépôts tertiaires, que nous attribuons, dans les départements de l'Oise, de la Seine-Inférieure, de la Somme, de la Marne, de Seine-et-Marne, comme on peut le voir autour de Reims, d'Épernay, etc., d'abord le manque de l'étage danien, et ces couches de silex roulés, brisés, provenant de l'usure de la craie, accompagnés d'argiles ou de limons rougeâtres, qu'on trouve entre l'étage sénonien ou craie blanche, et l'étage suessonien, représenté par ses poudingues, ses grès glauconieux ou ses lignites.

§ 2397 *bis*. Pour les discordances d'isolement, elles sont aussi très-nombreuses. Elles sont marquées, d'abord, par le manque, sur le dernier étage crétacé sénonien, de l'étage suessonien, ce qui indique un mouvement géologique entre les deux, comme on le voit, même dans une grande partie du nord-est et à l'ouest du bassin anglo-parisien. La même chose existe à Maestricht et en Bohême; sur 30 degrés de largeur, en Russie; sur une aussi grande surface de l'Amérique septentrionale (§ 2311), et au Chili. Les discordances d'isolement sont encore marquées, par le manque sous l'étage suessonien des derniers membres des terrains crétacés ; ce qui annonce bien positivement qu'un changement de niveau géologique a eu lieu, par suite d'une perturbation, entre la fin des terrains crétacés et le premier étage tertiaire; car, sans cela, ces étages seraient régulièrement superposés, comme nous les voyons sur les points où la série s'est déposée sans interruption. Les points où nous avons constaté ces discordances d'isolement sont surtout les suivants : A Orgon, où l'étage suessonien (facies terrestre analogue à celui de Rilly-la-Montagne) repose directement sur l'étage crétacé néocomien (étage 24, *fig.* 454), avec une *lacune de six étages ;* au pilon de Saint-Vallier, près de Grasse, où il repose sur l'étage jurassique oxfordien, avec une *lacune de dix étages* au-dessous ; au Vit, près de Castellanne, où il repose sur l'étage jurassique sinémurien, avec une *lacune de seize étages;* dans les montagnes Noires (Aude), où il repose sur les terrains paléozoïques, avec une *lacune de vingt étages.* Pour ces dernières discordances, elles sont si considérables, que la stratification ne pourrait donner l'âge de ces lambeaux, et qu'alors la paléontologie seule peut amener à en dé-

terminer l'époque d'une manière précise. On voit, par ce qui précède, que les limites inférieures sont largement tracées.

§ 2398. Les limites stratigraphiques supérieures sont encore plus marquées; et bien qu'on ait toujours réuni l'étage parisien à l'étage suessonien, en faisant un tout sous le nom d'Éocène, nous espérons prouver que les deux époques sont aussi distinctes l'une de l'autre par la stratification que par leurs faunes respectives. D'abord, si ces deux étages dépendaient d'une seule et même époque, on devrait les trouver partout superposés, comme ils le sont dans le bassin parisien, où il n'y a pas de lacunes; on ne devrait jamais les rencontrer isolés l'un de l'autre, et ils devraient avoir, en tout, les mêmes allures et les mêmes faunes. Ce sont là, au moins, les conditions indispensables de tous les étages. Si, au contraire, ce sont deux époques distinctes, il doit s'être manifesté, entre les deux, un mouvement géologique qui les a souvent isolées l'une de l'autre, qui a changé leurs allures respectives, et a séparé nettement leurs deux faunes. Cette distinction ainsi posée, voyons les limites stratigraphiques d'isolement que nous avons constatées.

§ 2399. Nous avons reconnu l'étage parisien isolé sans l'étage suessonien, sur tout le lambeau tertiaire du département de la Manche, à Orglandes, à Hauteville, et à Sainte-Colombe, ce qui montre que même dans le bassin anglo-parisien il y a des discordances d'isolement. Nous avons reconnu le même isolement pour le lambeau de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, dans les Hautes-Alpes. Les fossiles le prouveraient encore pour le lambeau des Diablerets, près de Bex. De tous les fossiles cités comme éocènes dans les États-Unis, nous n'avons encore vu que l'étage parisien, et aucune forme de l'étage suessonien. On trouverait donc, sur tous ces points, l'étage parisien entièrement isolé et séparé de l'étage suessonien par une discordance d'isolement, tout à fait en rapport avec les limites respectives des faunes.

§ 2400. D'un autre côté, nous trouvons l'étage suessonien sans l'étage parisien à Saint-Palais, près de Royan (*fig.* 564); il en est de même en Espagne, à Columbres, à San Vicente de la Barquera; à Biaritz, à Peyrorade, à Saint-Martory, à Couiza, à Montolieux, au mont Alaric. Le même isolement existe, dès lors, sur toute la longueur de la chaîne des Pyrénées, où les dernières couches disloquées dépendent de l'étage suessonien, entièrement isolé de l'étage parisien, qui le recouvre ordinairement sur tous les points sans lacunes, où la superposition normale existe. Les vastes surfaces de cet étage dans les Bouches-du-Rhône et le Var sont encore isolées, comme à Orgon, à Vitrolles, à Martigues, au Beausset, à la Cadière. Il en est ainsi du lambeau du pilon de Saint-Vallier, route de Grasse à Castellanne; du lambeau du Vit, près de *Castellanne*, et d'autres disséminés dans les Basses-Alpes. Un isolement

semblable existe fréquemment dans le Vicentin et le Tyrol ; il se voit encore en Crimée, en Égypte, et même sur tout le versant méridional de l'Himalaya, et dans la province de Cutch (Indes orientales).

Ces faits d'isolement si nombreux des étages suessonien et parisien ne permettent pas de douter qu'il ne se soit manifesté, entre les deux, une perturbation géologique qui, en changeant la circonscription des mers et les niveaux aqueux de ces époques, les a isolés l'un de l'autre, et a laissé à chacun en particulier des allures aussi distinctes que leurs faunes respectives. On voit donc que l'étage suessonien est aussi nettement séparé de l'étage parisien que le sont toutes les époques les plus tranchées des périodes que nous avons successivement étudiées jusqu'ici, et sur lesquelles presque tous les géologues sont d'accord.

§ 2401. **Déductions tirées de la position des couches.** Les couches presque horizontales, ou légèrement inclinées vers le centre, qu'on observe tout autour du bassin maritime anglo-parisien nous porteraient à croire que les parties visibles sont restées intactes, pour ainsi dire, comme elles se sont déposées durant l'époque suessonienne. Les dépôts de Saint-Palais, près de Royan, dans le bassin pyrénéen, en couches presque horizontales, paraissent aussi former une partie intacte du bord septentrional de l'ancienne mer, telle qu'elle s'est déposée. A côté de ces parties respectées par les révolutions géologiques, que trouvons-nous dans les Basses-Pyrénées, en Espagne, et, en général, sur les deux versants de la chaîne des Pyrénées ? Tous les travaux des géologues et nos observations personnelles nous prouvent que, depuis Biaritz jusqu'à la Méditerranée, les couches suessoniennes ou nummulitiques ont subi partout l'effet d'une forte dislocation, qui a plus ou moins incliné les couches après leur dépôt. Comme sur toute la chaîne, les dernières couches disloquées sont, en même temps, ces couches nummulitiques, ainsi que l'ont reconnu les savants auteurs de la carte géologique de France, nous devons croire que la perturbation qui a déterminé la séparation de l'étage suessonien de l'étage parisien est ce même mouvement géologique de dislocation auquel on peut attribuer, avec certitude, la surélévation de la chaîne des Pyrénées. Non-seulement nous avons, comme on le voit, des discordances marquées entre les étages suessonien et parisien, mais encore nous aurions entre les deux, comme moteur de ces discordances, la saillie si remarquable du *Système des Pyrénées* de M. Élie de Beaumont.

§ 2402. En réunissant, comme le font beaucoup de géologues, sous le nom d'*Eocène* les étages suessonien et parisien dans la même époque, par ce seul motif qu'il y a concordance de stratification dans le bassin anglo-parisien, et qu'il y a mélange accidentel d'un bon nombre d'espèces des deux faunes à la partie supérieure de l'étage à Cuise-la-Motte

seulement, on ne pourrait expliquer logiquement aucun des faits de discordances d'isolement que nous avons signalés, pas plus que les allures distinctes de ces deux étages, que la séparation positive des deux faunes respectives; et, pour nous servir des paroles d'un savant si justement illustre, que nous aimons à citer, on mettrait ainsi littéralement l'*étage éocène à cheval sur la chaîne des Pyrénées*, ce qui, géologiquement parlant, nous paraît impossible

En séparant, au contraire, l'étage suessonien de l'étage parisien, comme nous l'avons fait depuis plusieurs années (1843), on a l'explication du mouvement géologique qui a isolé les deux étages, en donnant à chacun, en particulier, des allures spéciales et des faunes distinctes. Les étages ne seront plus à cheval sur les Pyrénées, et, au contraire, les limites stratigraphiques entre les deux seront marquées par la surélévation de la chaîne des Pyrénées.

§ 2403. **Composition minéralogique.** A mesure qu'en remontant dans les âges géologiques nous nous rapprochons de l'époque actuelle, nous voyons la composition minéralogique des couches varier de plus en plus, et ressembler davantage à ce que nous trouvons sur les côtes de nos mers. Si, en effet, les sédiments des couches qui ont subi de fortes dislocations sont profondément modifiés et ont tout à fait changé leur nature primitive, on retrouve, au contraire, dans le bassin anglo-parisien, le moins tourmenté, des sables encore pulvérulents, des argiles non consolidées, et tous les éléments sédimentaires d'une mer récemment abandonnée par les eaux.

Parcourons rapidement quelques points des bassins, pour prouver ce que nous venons d'avancer. Dans le bassin anglo-parisien nous trouvons, par exemple, dans un cercle très-restreint, à Cuis, sur l'étage sénonien, des argiles plastiques minces, des alternances de marne grise et noire avec *Cerithium*, *Melanopsis* et *Cyclas*, puis des sables grossiers avec *Unio* et *Teredina*, recouverts d'une épaisse couche d'argile sans fossiles; à Champillon, à Mutigny, à Quatre-Œufs, près d'Ay, des couches alternes d'argile plastique et de lignites, recouvertes par des couches minces de sable, d'argile marneuse, et, enfin, par des marnes sableuses; au mont Bernon, des argiles, puis un calcaire d'eau douce marneux jaune avec *Physa*, *Planorbis*, graines de *Chara*, recouvert de marne bleue, sans coquilles, de lignites avec *Cerithium* et *Nerita*, de sable blanc, de sable jaune fin, de gros sable à *Unio*, et de sable jaune. Aux environs de Reims, nous trouvons à Mailly, à Cran-de-Ludes, sur la craie, un limon rouge, avec silex concassés, des argiles sulfurées avec gypse, du sable blanc et des marnes argileuses, le tout sans fossiles. Autour de Rilly-la-Montagne, nous avons reconnu, à Voisillon, des alternances de sable, d'argile et de lignites avec de nombreux fossiles

(*Melanopsis*, *Nerita corbula*, *Turritella*, etc.). A la carrière de Rilly même, ce sont des sables blancs, au-dessus desquels se trouve le calcaire si remarquable de Rilly, rempli de *Physa*, d'*Helix*, de *Pupa*, etc. A Vaugirard, sous l'étage parisien, on trouve deux bancs d'argile plastique, séparés par un banc de sable fin. M Charles d'Orbigny a reconnu, à Meudon, les couches inférieures, composées d'un conglomérat avec débris de Mammifères, de Reptiles et de coquilles marines, celles-ci recouvertes par de l'argile feuilletée, par des lignites avec grandes paludines et anodontes, ensuite par des marnes blanches, et enfin par l'argile plastique exploitée. D'après M. Graves, on trouve à Bracheux, d'abord, de la craie blanche avec un lit superficiel de silex brisé, du sable gris avec de nombreux galets de toute dimension, deux lits de sable gris chlorité avec coquilles marines; du sable argilo-quartzeux jaune roux, contenant des coquilles entières de *Cardita* et d'*Arca*, souvent dans leur position normale d'existence; des lits de coquilles écrasées ou de calcaire blanc friable ; trois bancs horizontaux d'*Ostrea Bellovacina* posés à plat, et enfin, des sables argileux remaniés. Ces couches sont inférieures aux sables glauconieux de Cuise-la-Motte, où l'on trouve le *Nerita Schemidelliana* (*conoidea*), avec des *Nummulites* nombreuses, comme dans le fond de la vallée du Suessonais. En résumé, on voit qu'aucun caractère minéralogique constant ne peut être pris exclusivement aux autres dans le bassin anglo-parisien ; on peut dire seulement que les argiles plastiques dominent au sud, les lignites et les marnes à l'est, et les sables dans le Soissonnais et au nord.

§ 2404. Dans le bassin pyrénéen, nous voyons à Royan, aux couches inférieures, un calcaire blanc rempli de Foraminifères et d'Échinides ; une série de couches calcaires, renfermant des ossements de tortues et de petites nummulites; puis un grès quartzeux compacte, et enfin du sable pulvérulent, avec des huîtres. Dans les Basses Pyrénées, ce sont des calcaires gris sableux, avec Nummulites; sur le versant méridional des Pyrénées, comme dans le bassin de l'Adour, ce sont des calcaires entièrement pétris de Nummulites ou des argiles nummulitiques ; à Saint-Martory, des calcaires blancs, remplis de Crustacés ; à Couiza et à Montolieux, une argile bleue remplie de petites Nummulites, d'*Alveolina* et de nombreux Fossiles, parmi lesquels le *Nerita Schemidelliana* (*conoidea*), alternant avec des grès ; sur le versant des montagnes Noires, des calcaires noirs avec la *Physa* de Rilly.

Dans le bassin méditerranéen, nous voyons d'un côté, à Orgon, à Vitrolles, un calcaire d'eau douce blanc compacte, contenant quelques-unes des espèces terrestres de Rilly ; à Saint-Vallier, un calcaire jaune ou compacte, entièrement formé de petites et de grandes Nummulites et d'Échinides. Au Vit, près de Castellanne, ce sont des gypses diversement

colorés, recouverts de grès et d'argiles noirâtres alternant avec des grès et contenant des Cérithes, des Dentales, etc. A Ronca, en Italie, c'est un calcaire noir pétri de coquilles. Sur le revers méridional de l'Himalaya, ce sont des couches solides, mais renfermant les mêmes Nummulites et Alvéolines qu'à Montolieux. Ce qui précède démontre qu'on ne peut pas plus assigner de caractères minéralogiques constants à cet étage qu'aux autres, et qu'il présente, au contraire, suivant les lieux et les couches, toutes les alternances et les différentes compositions locales qui se forment sur les côtes actuelles.

§ 2405. **Puissance connue.** M. Graves indique seulement, pour les lignites, la puissance de 112 mètres à Bettembos, de 101 mètres à Solente. A Columbres, sur le versant méridional des Pyrénées, M. de Verneuil évalue l'épaisseur de l'étage à 100 mètres environ. En Angleterre, M. d'Archiac évalue à 345 mètres la puissance à Alumbey. M. Gras évalue à 1,000 mètres l'épaisseur des couches marines qui avoisinent Colmars (Basses-Alpes); et M. Eugène Raspail donne aux couches d'eau douce 412 mètres de puissance dans le ravin de Souiras, près de Gigondas (Vaucluse).

§ 2406. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous connaissons, dans l'étage suessonien, des dépôts purement terrestres, des dépôts littoraux mélangés de produits terrestres et marins, des dépôts sous-marins faits à peu de profondeur, et des dépôts pélagiens probablement déposés à de plus grandes profondeurs dans les mers.

*Points terrestres.* La présence seule de coquilles terrestres ou fluviatiles, telles que les genres *Helix*, *Pupa*, *Cyclostoma*, *Lymnea* et *Physa*, qu'on trouve à Rilly-la-Montagne (zone du *Physa gigantea*), au mont Bernon, nous prouvent que ces dépôts se sont faits dans de petits lacs d'eau douce; peut-être doit-on regarder comme analogue la couche à *Paludina* et à *Anodonta*, reconnue à Meudon par M. Charles d'Orbigny, et les couches de Mareuil-Lamotte et de Mirecourt, contenant des coquilles fluviatiles seulement. La même chose existe, mais sur une plus vaste échelle, dans le département de Vaucluse, près de Gigondas, et dans les Bouches-du-Rhône à Orgon, à Vitrolles, aux Beaux, aux Monts, à Peynier, à Canet, près de Mareuil, à Simiane, près de Gardanne, à Mimet, à Saint-Victorat, aux bords de l'Arc, à Rognac, à Fuveau, à Duc près de Velaux, à Auriol, à Martigues, à Langresse et au quartier du Montaignet, près d'Aix; dans le Var, à Aups. Nous regardons encore comme dépôt du même âge terrestre les couches à *Physa gigantea* des montagnes Noires, les couches à *Physa gigantea* de Munnoor, de Chioknée et de Sechel-Hills, dans l'Inde, où l'on ne rencontre que des coquilles terrestres ou fluviatiles.

§ 2407. **Points littoraux.** Les lignites de Voisillon, près de Rilly, de Quatre-Œufs, près d'Ay, des parties supérieures du mont Bernon, de Ciry-Salsogne, de Dizy-la-Rosière (Marne); d'Antheuil, de Gilocourt, de Boulincourt, de Saint-Sauveur, de Salency (Oise), et de beaucoup d'autres points du bassin, qui renferment à la fois des coquilles marines littorales telles que des *Venus*, des *Corbula*, des *Ostrea* et des coquilles que par analogie nous savons être fluviatiles, comme des *Melanopsis*, des *Melania*, etc.; les alternances et même le mélange des fossiles marins de *Teredina* avec les *Unio* très-fluviatiles de Cuis, de Chavot (Marne), sont pour nous des points littoraux où de petites rivières ou ruisseaux venaient du continent voisin verser leurs eaux et mélanger leurs productions fluviatiles aux productions marines de la côte suessonienne. Ce sont des lambeaux de l'ancien littoral formés, sans doute, dans des golfes ou dans le fond de criques, où l'alternance des couches de sable et d'argile annonce pourtant toute l'influence des perturbations naturelles de nos côtes actuelles (§ 83). Il nous est d'autant plus facile d'expliquer la formation de ces couches, que les lignites renferment encore beaucoup de débris végétaux qui ne peuvent se déposer que sur le littoral. Un autre fait très-remarquable, c'est que ces couches se trouvent principalement réparties au pourtour du bassin, tandis qu'elles manquent tout à fait ou sont rares au centre, circonstance en rapport avec leur composition. Le dépôt à poissons du Monte-Bolca et celui de Glaris nous paraissent être littoraux, dans des golfes tranquilles, comme la mer actuelle nous en fournit des exemples (§ 96).

§ 2408. **Points sous-marins voisins des côtes ou peu profonds.** Le grand nombre de coquilles de Gastéropodes et de Lamellibranches nous porte à croire que les couches de Bracheux, de Noailles, d'Abbecourt, de Retheuil, du Grand-Frenay; les couches inférieures de Cuise-la-Motte (Oise), de Soissons, de Laon, de Cormicy, de Villers-Franqueux (Aisne); celles de Roubia, de Couiza, du mont Alaric (Aude), de Biaritz (Basses-Pyrénées), de Royan (Charente-Inférieure), du Vit, près de Castellanne (Basses-Alpes), se sont déposées non loin des côtes, ou au moins sur des points peu profonds, au-dessous du balancement des marées. Dans tous ces lieux, l'abondance des Nummulites mélangées aux autres fossiles des couches à *Nerita Schemidelliana* (*conoidea*) de Cuise-la-Motte (si bien explorées par MM. Graves et Levesque), de Soissons et de Couiza, nous porteraient à croire qu'ils étaient plus profonds que les autres. Les couches à *Ostrea* et à *Cardita* de Bracheux et de Laon renferment les coquilles dans leur position normale d'existence.

§ 2409. **Régions pélagiennes.** Les régions profondes sont bien caractérisées. Nous avons dit ailleurs qu'à 160 mètres de profondeur dans la mer actuelle, sur un point où des courants se font sentir, les sédi-

ments étaient entièrement formés de Foraminifères. Si, par analogie, nous cherchons dans quelles conditions devaient se former ces couches entièrement remplies de *Nummulites*, d'*Assilina*, d'*Alveolina* et d'autres Foraminifères, que nous voyons notamment aux parties inférieures de Saint-Palais, à Barkeras et sur beaucoup d'autres points du lit de l'Adour, dans les Landes, à Columbres, à San Vicente de la Barquera et sur tout le versant méridional des Pyrénées espagnoles ; à Montolieux (Aude), au pilon de Saint-Vallier (Var), à Bellune, au nord de Venise, au nord de Trieste, à Karsl, à Sardana, près de Trente ; au Monte-Berlchi, près de Vicence ; dans le Cressemberg ; en Crimée ; en Égypte, et sur tout le versant méridional de l'Himalaya, nous pourrions croire qu'elles se sont déposées sur des points très-profonds des mers, agités néanmoins par des courants. L'étude de nos océans viendrait donc nous donner l'explication des différentes compositions minéralogiques et zoologiques des couches de cet étage et effacer toute apparence d'anomalie. Il est même curieux de voir qu'ici ces recherches sont encore en rapport avec les résultats géologiques ; car les couches nummulitiques des Pyrénées étaient au centre du bassin avant que cette chaîne eût pris son relief actuel.

§ 2410. **Oscillations du sol.** Nous croyons pouvoir regarder comme un signe certain que les oscillations du sol ont existé durant la période suessonienne, le recouvrement, par des couches marines, des couches purement terrestres qu'on observe au mont Bernon, près d'Épernay. Il est certain que, pour que des couches terrestres puissent se conserver et se recouvrir de sédiments marins, il fallait, d'abord, un affaissement local du sol terrestre, qui a permis à la mer de le recouvrir de sédiments marins, effet connu des oscillations. Nous avons donc ici un affaissement. La composition des couches de Meudon (§ 2403), où l'on voit un conglomérat avec galets, renfermant des coquilles marines et des ossements, nous donne un dépôt côtier marin. Comme ces couches sont recouvertes par des lignites purement fluviatiles, il a fallu une oscillation en sens inverse, c'est-à-dire par relèvement, pour que des coquilles d'eau douce pussent vivre sur le même point où s'étendaient les eaux de la mer.

§ 2411. **Perturbation finale.** Quant aux argiles rougeâtres mélangées ou non de silex que nous voyons, autour de Reims et sur une infinité de points du bassin anglo-parisien, occuper, entre les dernières couches suessoniennes et les terrains crétacés, une position irrégulière de stratification, elles seraient le résultat du mouvement des eaux qui s'est manifesté à la surface des continents, entre la fin de la période crétacée et le commencement des dépôts tertiaires; mouvement qui aurait raviné, *creusé*, corrodé les couches supérieures de l'étage sénonien, dénudé et

enlevé l'étage danien, que nous voyons manquer dans beaucoup de lieux. La grande quantité de galets qu'on trouve à la partie inférieure de l'étage suessonien à Meudon, dans presque tout le département de l'Oise, si bien étudié par M. Graves, nous paraît encore le produit du mouvement des eaux déterminé par la perturbation géologique finale qui a séparé les dernières couches crétacées des premières couches tertiaires; ce qui est si probable, que ces galets, ces poudingues, sont souvent formés de silex, et d'autres matériaux provenant, évidemment, de la dénudation des étages sénonien et danien.

§ 2412. **Mélange supérieur.** Nous devons répondre ici à un fait qui, tout local et tout exceptionnel qu'il est, a néanmoins souvent été invoqué pour réunir les étages suessonien et parisien dans une seule époque (*Éocène*) : nous voulons parler du mélange des espèces suessoniennes et parisiennes qu'on trouve aux parties supérieures de l'étage supérieur à Cuise-la-Motte. Quand on voit, même dans le bassin parisien, les couches de Bracheux, de Châlons-sur-Vesle, de Noailles, d'Abbecourt, de Retheuil, de tous les environs de Reims, d'Épernay, et même de tout le reste du bassin anglo-parisien, renfermer toujours, sans aucun mélange, des coquilles spéciales à l'étage suessonien, on aurait dû considérer Cuise-la-Motte comme une simple anomalie; mais comme on a préféré une opinion contraire, nous devons dire un mot de cette question. En parlant des mélanges (§ 1608), nous avons dit, relativement aux corps non flottants, que, lorsque deux étages se sont succédé dans un bassin marin, *sans discordances* et *sans dépôts intermédiaires*, on concevra que des dépouilles mortes de coquilles d'un étage antérieur pourront se trouver dans les sédiments, sur des points où vivent ensuite les espèces de l'étage suivant, et qu'il y aura sur ces points mélange des deux faunes successives, sans que ces espèces aient vécu en même temps. C'est ici le fait de Cuise-la-Motte. Nous avons dit encore que, pour avoir la preuve de ces mélanges, on devait recourir aux lieux où ces mélanges n'existent pas. Quand on voit, même dans tout le reste du bassin parisien, d'un côté, les couches suessoniennes toujours avec leurs espèces propres, et partout ailleurs la faune de l'étage parisien parfaitement séparée et superposée; quand on voit encore l'étage suessonien sans mélange dans les bassins pyrénéen et méditerranéen, comme à Biaritz, à Couiza, en Espagne, à Saint-Vallier, au Vit et sur les autres lieux du monde; quand on voit, de plus, l'étage parisien sans mélange à Blaye, à Faudon, en Belgique et aux États-Unis, on reconnaît que ces deux étages sont bien distincts, et qu'il faut prendre pour limites les points où les étages sont isolés, afin d'expliquer les mélanges, au lieu de généraliser une exception toute locale.

§ 2413. **Caractères paléontologiques.** Le caractère général le plus

saillant de la faune de l'étage suessonien qui ressort de l'étude de l'ensemble, c'est que, comparativement aux 156 genres que nous voyons naître à cette époque, nous ne trouvons que 4 genres antérieurement nés qui s'y éteignent. Ces résultats, parfaitement en rapport avec les divisions générales adoptées pour les terrains, prouveraient que l'étage suessonien est bien le commencement d'une nouvelle grande période, et dépend, dès lors, des terrains tertiaires. Ce que nous avons dit aux étages sénonien et danien, les derniers des terrains crétacés, où, au contraire, le nombre des genres qui s'éteignent est supérieur à celui des genres qui apparaissent, viendrait encore corroborer ce résultat. Nous allons maintenant définir les caractères différentiels de cet étage.

§ 2414. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage suessonien de l'étage danien, nous avons 9 genres qui, nés antérieurement, se sont éteints dans l'étage danien sans passer à celui-ci (§ 2351).

§ 2415. Comme caractères négatifs différentiels des étages suessonien et parisien, nous avons 120 genres qui, encore inconnus au premier, ne paraissent que dans le dernier. Ces genres sont ainsi répartis dans les classes : parmi les Mammifères, les 17 genres de notre premier tableau ; parmi les Oiseaux, les 10 genres de notre 2e tableau ; parmi les Reptiles, les 2 genres de notre 3e tableau ; parmi les Poissons, 21 genres ; parmi les Crustacés, 6 genres ; parmi les Mollusques gastéropodes, les 7 genres de notre 7e tableau ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 9 genres de notre 8e tableau ; parmi les Mollusques bryozoaires, les 3 genres de notre 10e tableau ; parmi les Échinodermes, les 5 genres de notre 11e tableau ; parmi les Zoophytes, les 27 genres de notre 12e tableau ; parmi les Foraminifères, les 13 genres de notre 14e tableau. (*Voyez* en la liste à l'étage suivant, § 2448.)

§ 2416. **Caractères positifs tirés des genres.** Les genres suivants, au nombre de 156, tous inconnus jusqu'à présent dans les terrains crétacés, seront autant de caractères positifs pour distinguer l'étage suessonien, où ils paraissent pour la première fois, de tous les étages inférieurs. Ces genres sont ainsi répartis dans les classes : parmi les Mammifères, les genres *Anthracotherium*, *Lophiodon*, *Lutra*, *Canis*, *Viverra* et *Sciurus ;* parmi les Oiseaux, le genre *Protornis ;* parmi les Poissons, les genres *Trigon*, *Torpedo*, *Narcopterus*, *Carcharodus*, *Syngnathus*, *Calamostoma*, *Ostracion*, *Rhinellus*, *Blochius*, *Acanthopleurus*, *Acanthodermo*, *Leptocephalus*, *Sphagebranchus*, *Ophisurus*, *Enchelyopus*, *Anguilla*, *Platinx*, *Engraulis*, *Clupea*, *Holosteus*, *Atherina*, *Labrus*, *Lophius*, *Spinacanthus*, *Mesogaster*, *Ramphognathus*, *Phyræna*, *Paleorhynchum*, *Acanthonemus*, *Isurus*, *Pleionemus*, *Amphistrius*, *Gasteronemus*, *Vomer*, *Archæus*, *Palinphyes*, *Carangopsis*, *Trachinotus*, *Lichia*, *Nemopteryx*, *Anenchelum*, *Cybium*, *Ocynus*, *Thynnus*, *Mugil*,

*Ramphosus*, *Amphisile*, *Urosphen*, *Aulostoma*. *Fibularia*. *Toxotes*, *Pomacanthus*, *Pygæus*, *Sennophorus*, *Platax*, *Zanclus*, *Scatophagus*, *Ephippus*, *Naseus*, *Acanthurus*, *Gobus*, *Callipteryx*, *Pterigocephalus*, *Odontus*, *Prestipoma*, *Sparnodus*, *Pagellus*, *Dentex*, *Pristigenys*, *Podocys*, *Acanus*, *Myripristis*, *Holocentrum*, *Dules*, *Pelates* *Serranus*, *Smerdis*, *Enoplosus*, *Cyclopoma*, *Lates*, *Apogon* et *Labrax*; parmi les Crustacés, le genre *Squilla*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Megasiphonia* et *Beloptera*; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Turbonilla*, *Pedipes*, *Sigaretus*, *Siliquaria*, *Cypræa*, *Marginella*, *Ancillaria*, *Oliva*, *Terebellum*, *Cancellaria*, *Triton*, *Buccinanops*, *Sulcobuccinum*, *Nassa*, *Terebra*, *Cassis*, *Morio*, *Scaphander*, *Umbrella*, *Lobaria*. *Bifrontia*, *Helix*, *Tomogerus*, *Bulimus*, *Pupa*, *Auricula*, *Physa*, *Lymnea*, *Planorbis*; *Cyclostoma*, *Paludestrina*, *Melania*, *Melanopsis* et *Ancylus*; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Donax*, *Sphænia*, *Teredina*, *Anodonta* et *Dreissena*; parmi les Échinodermes, les genres *Schizaster*, *Brisopsis*, *Brissus*. *Amphidetus*, *Eupatagus*, *Spatangus*, *Salmacis*, *Macropneustes*, *Amblipygus*, *Pygorhynchus*, *Cœlopleurus*, *Gualtieria* et *Conocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Flabellum*, *Sphenotrochus*, *Ceratotrochus*, *Balanophyllia*, *Enallastrea*, *Goniaræa* et *Virgularia*; parmi les Foraminifères, les genres *Orbitolites*, *Assilina* et *Nummulites*.

§ 2417. Les genres spéciaux à l'étage suessonien qui naissent et meurent dans cette période sans passer à l'étage parisien sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour les distinguer zoologiquement. Ces genres, au nombre de 40, sont les suivants : parmi les Oiseaux, le genre *Protornis*; parmi les Poissons, les genres *Narcopterus*, *Calamostoma*. *Rhinellus*, *Blochius*, *Acanthopleurus*, *Acanthoderma*, *Anchelyopus*, *Platinx*, *Holosteus*, *Spinacanthus*, *Mesogaster*, *Ramphognathus*, *Paleorhynchum*, *Isurus*, *Pleionemus*, *Amphistrius*, *Gasteronemus*, *Archæus*, *Palinphyes*, *Carangopsis*, *Nemopteryx*, *Anenchelum*, *Ramphosus*, *Urosphen*, *Pygæus*, *Sennophorus*, *Callipteryx*, *Pterigocephalus*, *Odonteus*, *Sparnodus*, *Pristigenys*, *Podocys*, *Acanus* et *Cyclopoma*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Teredina*; parmi les Échinodermes, les genres *Amblypygus*, *Gualtieria* et *Conocrinus*; parmi les Zoophytes, le genre *Enallastrea*. Si nous joignons à ces 40 genres les 4 genres suivants, qui, nés dans les étages antérieurs, s'éteignent encore dans l'étage suessonien, sans passer à l'étage parisien; parmi les Échinodermes, le genre *Micraster*; parmi les Zoophytes, les genres *Lasmophyllia* et *Perismilia*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Guettardia*, nous aurons en tout 44 genres pouvant, aujourd'hui, donner des caractères positifs pour distinguer l'étage suessonien de l'étage parisien.

En résumé, pour séparer l'étage suessonien des terrains crétacés, nous avons d'un côté, en caractères positifs, 156 genres, et en caractères négatifs, avec les deux derniers étages crétacés, 122 genres, ou, en tout, 278 genres susceptibles de fournir des caractères distinctifs.

§ 2418. On a vu, aux considérations stratigraphiques (§ 2395), que la superposition concordait avec le classement des couches nummulitiques de tous les pays dans les terrains tertiaires ; nous allons, néanmoins, déduire ici quelques-uns des motifs plus spéciaux qui nous ont amené à ces conclusions. Nous avons fait remarquer, depuis longtemps, dans nos travaux sur les Foraminifères, que les dernières couches des terrains crétacés ne contiennent, nulle part, de *Nummulites* ni d'*Assilina*. Tout le monde peut vérifier ce fait dans le bassin anglo-parisien ; et lorsqu'on y compare les autres pays, on arrive au même résultat. Toutes nos recherches sur les lieux, ainsi que toutes les collections que nous avons pu consulter, le prouvent de la manière la plus certaine. On a, il est vrai, indiqué des Nummulites à Royan, d'autres associées aux *Hippurites* ou *Radiolites* des terrains crétacés des Martigues. Nous nous sommes assuré que ces soi-disant Nummulites étaient des *Orbitoides* des mieux caractérisés, ou des *Alveolina*. Il suffit de comparer leur structure respective pour reconnaître la différence (voyez l'*Orbitoides*, *fig.* 557, et la *Nummulites*, *fig.* 574 et 575). Voici *pour les terrains crétacés le fait négatif.*

Où se trouvent les *Nummulites* dans le bassin anglo-parisien ? Tous les géologues savent combien elles abondent dans le Suessonais, aux environs de Compiègne, de Cuise-la-Motte, de Laon ; et, assurément, aucun ne doute, en voyant ces Nummulites du bassin anglo-parisien, qu'elles n'appartiennent aux terrains tertiaires. Voilà *pour les terrains tertiaires le fait positif.*

Maintenant, nous demandons où l'on devra classer les couches à Nummulites des autres points du globe que nous avons vus être, par leur position stratigraphique, sur le même niveau géologique que les couches à Nummulites du bassin parisien. Serait-il logique de les placer dans les terrains crétacés, qu'on sait ne contenir aucune Nummulite ? ou devra-t-on, adoptant les résultats conformes de la stratification et de la paléontologie, les placer dans les terrains tertiaires ? Il nous semble que la question ainsi posée sera facile à résoudre ; et nous ne balançons pas à réunir dans les terrains tertiaires les couches remplies de Nummulites de Saint-Vallier, de Couiza, de Biaritz, de Saint-Palais ; les couches à Nummulites des bords de l'Adour, des deux versants des Pyrénées, de l'Himalaya, d'Égypte, d'Italie, etc. ; en un mot, toutes les couches nummulitiques connues.

Nous avons, pour séparer les étages suessonien et parisien, d'un côté, *en caractères* positifs, 44 genres ; d'un autre côté, en caractères négatifs,

120 genres, ou en tout 164 genres pouvant donner des caractères distinctifs. Nous espérons que ces caractères tirés des genres, les caractères stratigraphiques déjà indiqués à la stratification, réunis aux caractères tirés des espèces, ne laisseront plus de doutes sur la distinction de ces deux étages.

§ 2419. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter les nombreuses espèces d'Animaux vertébrés, d'Animaux annelés et de Plantes s'élevant à quelques centaines, nous avons, en Animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 678 espèces, dont nous avons donné, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 2, p. 297 et suiv.), les noms discutés, la synonymie et les principales localités où elles se trouvent. En retranchant de ce nombre les 8 espèces suivantes communes entre les couches supérieures de l'étage suessonien et l'étage parisien :

| | |
|---|---|
| Beloptera belemnitoidea, | Crassatella scutellaria, |
| Chemnitzia lactea, | — ponderosa, |
| Ancillaria canalifera, | Cardita planicosta, |
| Fusus longævus, | Venus oblonga, |

il restera encore 670 espèces caractéristiques de cet étage qui pourront servir à le faire reconnaître sous toutes ses formes minéralogiques et dans tous ses divers facies.

§ 2420. Pour corroborer ce que nous avons dit aux genres de l'assimilation des couches nummulitiques des autres points du monde avec les couches nummulitiques du bassin anglo parisien (§ 2418), nous avons, outre ces caractères généraux, des espèces identiques qui viennent nous prouver leur parfaite contemporanéité. Pour le démontrer, nous donnons la liste suivante des espèces les plus caractéristiques, et surtout des espèces qui, comme on pourra le voir au *Prodrome*, se trouvent sur plusieurs points à la fois et les relient ensemble :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| | | *c* Natica acutella. | 259 |
| *c* Nautilus Rollandi. | 215 | Nerita globulus. | 84 |
| *a* Physa columnaris. | 26 | *a b* * — Schemidelliana (*conoidea*, Lam) | 270 |
| * — gigantea. | 32 | *b* — zonaria. | 271 |
| *a b c* Turritella carinifera. | 226 | *a* Cypræa Levesquei. | 296 |
| *a* — edita. | 227 | *a b* Voluta ambigua. | 313 |
| *c* — Ataciana. | 232 | *a* Rostellaria fissurella. | 323 |
| *a* Chemnitzia lactea. | 241 | *a* Pleurotoma Lajonkairei. | 330 |
| *a* — costellata. | 242 | *b* Fusus longævus. | 348 |
| *a* Natica perusta. | 262 | *a* Cerithium combustum. | 396 |
| *a* — Suessoniensis. | 266 | | |

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| *c* Cerithium baccatum. | 406 |
| *a b* — vulcanicum. | 409 |
| *c* Dentalium Castellanennse. | 433 |
| *b* Teredo Tournali. | 441 |
| Panopæa intermedia. | 123 |
| *c* Venus Verneuilii. | 461 |
| *c* — subtransversa. | 463 |
| *a* Cyclas Gardannensis. | 139 |
| *a* — Matheroni. | 140 |
| *c* Crassatella rhomboidea. | 476 |
| *c* Pecten Thorenti. | 531 |
| *c* Spondylus bifrons. | 536 |
| *c* Chama Ataxensis. | 543 |
| *a* Ostrea eversa. | 193 |
| — Bellovacina. | 195 |
| *b* — multicostata. | 546 |
| *c* — Pyrenaica. | 548 |
| * — Sowerbyana. | 551 |
| *c* Terebratula Montolearensis | 554 |
| ÉCHINODERMES. | |
| Conoclypus subcylindricus. | 204 |
| *d* Schizaster vicinalis | 577 |

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| *c* Schizaster subincurvatus. | 578 |
| *c* Hemiaster obesus. | 581 |
| *d* — verticalis. | 585 |
| *d* Brisopsis elegans | 590 |
| *c* Pygurus politus. | 607 |
| *d* — subsimilis. | 610 |
| ZOOPHYTES. | |
| *c* Flabellum Dufrenoyi. | 643 |
| *c* Trochocyathus sinuosus. | 649 |
| * Aplocyathus cyclolitoides. | 654' |
| FORAMINIFÈRES. | |
| *c* Orbitoides papyracea. | 672 |
| *b* * Nummulites scabra. | 674 |
| *a b* * — nummularia. | 676 |
| *c* * — spissa. | 680 |
| *a b* — planulata. | 677 |
| * — rotula. | 681 |
| * Assilina depressa. | 683 |
| *c* Operculina ammonea. | 687 |
| * Alveolina melo. | 689 |
| *a* * — ovoidea | 690 |
| *a* * — oblonga. | 691 |

D'après ce qui précède, on voit que les dépôts suessoniens terrestres du bassin parisien, ceux de la Provence, des montagnes Noires, non-seulement ont une composition générique semblable, mais encore des espèces répandues sur tous les points. Le *Physa columnaris* d'Épernay se rencontre en Provence. Le *Physa gigantea* de Rilly-la-Montagne se trouve dans les montagnes Noires et dans l'Inde, ce qui prouve leur parfaite contemporanéité. Indépendamment du *Nerita Schmideliana* (*conoidea*) si caractéristique, que nous voyons à la fois, près de Soissons, de Cuise-la-Motte, à Croutoy, à Houdainville, à Villeneuve-les-Chaudins (Aude); dans le Vicentin, à Ronca; dans le Tyrol, à Trente; surtout dans l'Inde, à Vagé-ké-Pudda, province de Cutch; et qui forme l'horizon géologique marin le plus marqué, nous avons encore, pour identifier l'âge contemporain de l'étage nummulitique des bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, un grand nombre d'autres espèces identiques : ainsi l'on voit, dans la liste précédente, les 12 espèces précédées d'un astérisque (*) se rencontrer, en même temps, en Europe et dans l'Inde. Les espèces précédées d'un *a*, au nombre de 20, se trouvent, à la fois, dans les bassins anglo-parisien et méditerranéen. Les *11 espèces* précédées d'un *b* se rencontrent dans les bassins anglo-parisien

et pyrénéen. Les 25 espèces marquées d'un *c* se trouvent dans les Pyrénées et en Provence ; et enfin, les 4 espèces marquées d'un *d* se trouvent à Saint-Palais et à Biaritz. Ces quelques explications suffiront pour prouver qu'avec la superposition identique, qu'avec un ensemble de faune semblable, la contemporanéité des différents points indiqués à l'extension géographique ne peut plus laisser de doutes. Voici quelques exemples de cette faune (*fig.* 565 à 575).



*Fig.* 565. Platax altissimus.

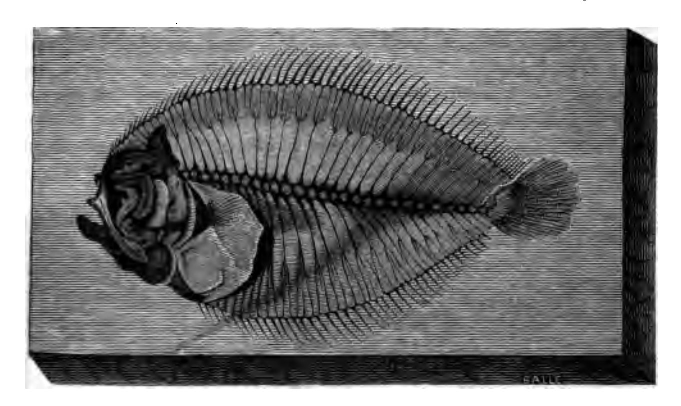


*Fig.* 566. **Rhombus minimus.**

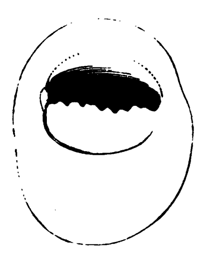
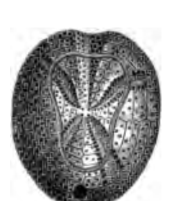




*Fig.* 570. **Nerita Schemidelliana**



*Fig.* 572. Cardita pectuncularis.



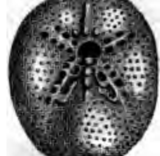


*Fig.* 573. Gualtieria Orbignyana.

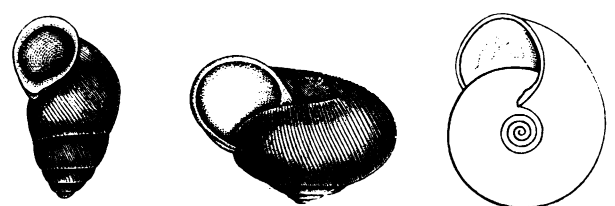


*Fig.* 568. Cyclostoma Arnoudii.

*Fig.* 567. Helix hemisphærica.

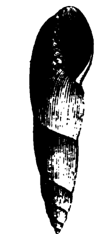


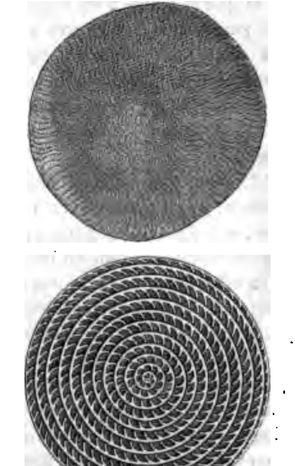
*Fig.* 569. Physa columnaris.



*Fig.* 571. Cyclas antiqua.



Coupe verticale.



Coupe horizontale.

*Fig.* 574. Nummulites nummularia.







*Fig.* 575. Nummulites planulata.

Nous avons, dans les listes d'espèces de notre *Prodrome de Paléontologie*, séparé la faune en inférieure et supérieure; mais nous n'attachons pas une grande importance à cette division, qui, dans l'étage, ne nous paraît pas être assez distincte pour qu'on en tire des conséquences générales.

§ 2421. **Chronologie historique.** Une perturbation géologique dont nous avons les traces (§ 2243, 2337, 2353) a certainement amené la fin de la période crétacée. C'est alors qu'ont été anéantis un grand nombre de genres et toutes les espèces de l'étage danien. Lorsque l'agitation a cessé, et que le calme s'est rétabli à la surface du globe, sont nés, dans l'étage suessonien, 156 genres inconnus aux étages inférieurs ; et, outre un très-grand nombre d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés, 678 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, connues aujourd'hui, nous donnent une idée de la composition très-curieuse de cette nouvelle faune des terrains tertiaires, si différente des faunes des derniers étages crétacés

§ 2422. Nous voyons encore sur quelques points les mers (étage 24e de notre carte, *fig*.563) conserver, à peu près, la même circonscription, tandis que, sur d'autres, ces mers changent complétement de forme. Les mers suessoniennes, tout en laissant de larges atterrissements, conservent, en effet, les mêmes limites sur tout le nord et l'est du bassin anglo-parisien, où, bien en dedans des terrains crétacés, le cercle se restreint toujours. Au sud, la circonscription se restreint encore plus ; car on ne paraît pas retrouver de traces de l'étage beaucoup au delà d'une ligne qui partirait de Montereau, Melun, Paris, Houdan et Louviers. Cette mer s'étendait en Angleterre sur une ligne irrégulière, N.-E. et S.-O., depuis Dorchesterjusqu'au nord de la Tamise, dans le Dorsetshire, le Wiltshire, le Surrey, le Bergshire et le Herfordshire, sur une ligne parallèle qui s'étendait probablement bien plus au nord. Dans le bassin pyrénéen, la mer paraît avoir eu, au nord, les mêmes limites que les terrains crétacés, *si l'on en* juge par le lambeau de Royan ; et tout pourrait faire croire

qu'elle s'étendait de l'océan Atlantique actuel jusqu'à la Méditerranée, et occupait toute la place où se trouve, aujourd'hui, la chaîne des Pyrénées et une partie de l'Espagne. Dans le bassin méditerranéen, la mer change tout à fait de place. Elle n'occupe plus la Provence, recouverte de lacs d'eau douce; mais elle se montre au-dessus de Grasse (Var); son littoral occidental s'étend, ensuite, à l'O.-N.-O., à Castellanne, et paraît suivre à peu près la ligne occupée, aujourd'hui, par la chaîne des Alpes, à Annecy, et de là jusqu'à Glaris. De ces limites occidentales, la mer couvrait, à l'est, sans doute toute la Sardaigne, l'Italie, le Vicentin et le Tyrol, une partie de la Suisse, et communiquait peut-être avec l'Égypte, la Crimée, le Caucase, et le versant de la chaîne de l'Oural, jusque dans l'Inde.

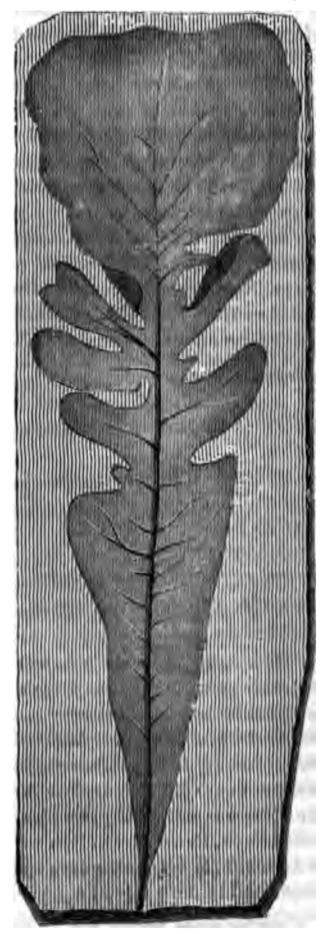


*Fig.* 576. Delesserites Gazolanus.

§ 2423. Les continents (*voyez* toutes les parties antérieures à 24 de notre carte 563) ont également changé de forme; ils s'agrandissent tout autour du bassin parisien, d'une vaste surface. Un lac d'eau douce existe à Rilly-la-Montagne. Au nord du bassin pyrénéen, le continent, non interrompu, se continue de l'Océan à la Méditerranée. Un grand lac d'eau douce couvrait une partie de la Provence comprise entre Orgon, Martigues et Aix. Le continent s'étendait jusqu'à Grasse, près de Castellanne, à l'ouest d'Annecy, près de Glaris, et bien plus au N.-E.

§ 2424. Les mers se sont enrichies d'un grand nombre d'Animaux inconnus jusqu'alors. Les rivages étaient animés par une quantité innombrable de Poissons,

parmi lesquels les Poissons pleuronectoïdes, ou Poissons plats, se montrent, pour la première fois, en même temps que les Crustacés stomapodes et qu'une multitude de Mollusques nouveaux, tels que des *Beloptera*, des *Oliva*, des *Triton*, des *Cassis*, des *Terebra*, des *Donax*, des *Teredina*, etc., etc. Les Échinodermes ne sont pas moins multipliés ; et avec des formes nouvelles, comme les *Schizaster*. Il en est de même des Zoophytes, et surtout des Foraminifères, qui semblent compenser par leur nombre l'infériorité de leurs dimensions. C'est alors que vivaient loin des côtes, ces Nummulites, qui forment des montagnes entières dans la chaîne des Pyrénées, et qui ont servi à élever les anciennes pyramides des Égyptiens. On peut, en effet, juger du temps qu'il a fallu pour que des couches de centaines de mètres de puissance pussent se former, presque exclusivement, pour ainsi dire, des dépouilles de quelques petites espèces de coquilles. On voyait, avec tous ces Animaux, les Plantes marines suivantes, empruntées à M. Brongniart :

Nous en donnons une espèce (*fig.* 576).

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

Confervites thoreæformis, Brong. Bolca.
Caulerpites Agardhiana, Br. B.
C. pinnatifida, Br. B.
Zonarites flabellaris, Sternb. B.
Z. millifidus, Sternb. Salcedo, Vic.
Gigartinites obtusus, Brong. Bolca.
Delesserites Lamourouxii, Sternb. Bolca.
D. spathulatus, Sternb. Bolca.
D. Bertrandi, Sternb. Bolca.
D. Gazolanus, Sternb. Bolca.

**Monocotylédones** (Naïades).

Zosterites tæniæformis, Brong. Vicentin.
Halochloris cymadocæoides, Ung. Bolca.
Potamogeton Tritonis, Ung. Bolca.
P. Naiadum, Ung. Bolca.

§ 2425. Les continents n'étaient pas moins bien partagés ; car ils montrent, pour la première fois, de nombreux Animaux mammifères et des Coquilles terrestres. C'est alors, en effet, que se montrent les genres perdus, *Anthracotherium*, *Lophiodon*. En même temps que les genres Chiens (*Canis*), Loutres (*Lutra*), Martres (*Viverra*) et Écureuils (*Sciurus*), que nous connaissons dans la nature actuelle, naissent aussi beaucoup d'Oiseaux nouveaux, et toutes les Coquilles terrestres et fluviatiles (*Helix*, *Pupa*, *Bulimus*, *Cyclostoma*, *Physa*, *Planorbis*, etc.). Avec tous ces Animaux, la végétation devait être très-variée ; aussi M. Brongniart indique-t-il la flore suivante :

**Cryptogames acrogènes.**

HÉPATIQUES.

Marchantites Sezannensis, Brong. *Sézanne.*

FOUGÈRES.

Pecopteris Pomelii, Br. Sézanne.
Tæniopteris Bertrandi. Br. Vicent.
Asplenium Wegmanni, Brong. Sé-

zanne.

Polypodites thelypteroides, Brong. Sézanne.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum stellare, Pomel. Oise.

CHARACÉES.

Chara helicteres, Brong. Paris.

PALMIERS.

Flabellaria rhapifolia, Sternb. Vignacourt, Somme.

F. maxima, Ung. Oise, Crisolles.

Palmacites echinatus, Brong. Soissons.

CONIFÈRES.

Pinites macrolepis, Brong. Paris.

TAXINÉES.

Taxites acicularis, Brong. Lign. Cassel.

T. diversifolius, Br. Lign. Cassel.

**Dicotylédones angiospermes.**

Betulinum Parisiense, Ung. Paris.

LÉGUMINEUSES.

OEnothérées.

Trapa Arethusæ, Ung. Bolca.

§ 2426. La présence sous la zone torride, dans l'Inde, des mêmes espèces de Coquilles terrestres et marines que nous trouvons en France, jusqu'au 50e de latitude, prouve qu'il y avait, sur ces points, si disparates aujourd'hui pour leurs faunes, identité de température terrestre et marine ; et que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas encore.

Les *oscillations* du sol étaient fréquentes, à en juger par les faits que nous avons exposés (§ 2410).

§ 2427. La puissance des dépôts indique que la période suessonienne a dû avoir une longue durée; mais, comme toutes les autres, la vie, l'animation y auraient tout à coup été interrompues par la dislocation de la chaîne des Pyrénées (§ 2401), qui se serait élevée, à la fin de cette époque géologique, et aurait causé une perturbation générale à la surface du globe. C'est, en effet, à la fin de cet étage qu'on doit certainement rapporter la dislocation de l'O. 18° N. à l'E., 18° S., qui forme tout le *Système des Pyrénées* de M. Élie de Beaumont, puisque les couches nummulitiques sont elles-mêmes disloquées sur toute la longueur de la chaine. La dislocation du pays de Bray, celle du Boulonnais en France, du Surrey, du Sussex en Angleterre, paraissent encore s'être effectuées à la même époque, ainsi que tous les changements donnés par les discordances (§ 2398, 2400). Les dénudations en seraient le résultat immédiat et visible (§ 2411), ainsi que la séparation des faunes.

## 25e Étage : PARISIEN.

*Première apparition* des ordres de Mammifères marsupiaux, Quadrumanes, Cheiroptères (Chauves-souris), Cétacés; des Oiseaux de proie, Grimpeurs et Gallinacés; des Reptiles ophidiens (Serpents), des genres *Vespertilio*, *Delphinus*, *Haliætus*, *Perdix*, *Crotalus*, *Megalops*, *Cancer*,

*Tiphis*, *Amphidesma*, *Petricola*, *Clypeina*, *Echinorachnius*, *Paracyathus*, *Nonionina*, *Globulina*, etc., etc.

*Règne* des genres *Palæotherium*, *Anoplotherium*, *Taxotherium*, *Lithornis*, *Paleophis*, *Macrostoma*, *Palæoniscus*, *Ancillaria*, *Bifrontia*, *Volvaria*, *Corbis*, *Crassatella*, *Arcopagia*, *Lenita*, *Scutellina*, *Turbinolia*, *Eupsammia*, *Orbitoides*, *Valvulina*, etc., etc.

*Zone* des *Lymnea longiscata*, *Trochus monilifer*, *Chemnitzia costellata*, *Pleurotoma dentata*, *Infundibulum trochiforme*. *Cardita planicosta*, *Corbis lamellosa*, *Orbitolites complanata*.

§ 2428. **Dérivé du nom.** On a réuni dans un seul ensemble tous les terrains tertiaires des sables moyens aux plus inférieurs, aux environs de Paris; et cette réunion a, sans doute, beaucoup contribué à faire méconnaître, comme le représentant des couches nummulitiques des Pyrénées, par exemple, les couches suessoniennes que nous en séparons comme étage, par suite de considérations stratigraphiques et paléontologiques. Si, en effet, on confond ces deux étages, beaucoup de faits restent inexplicables, tandis qu'en les séparant tout paraît en harmonie, comme nous avons cherché à le démontrer. Pour nous, l'étage suessonien, dans le bassin parisien, finit avec la zone du *Nerita Schemidelliana* (*conoidea*), du *Nummulites planulata*; et l'étage parisien commence avec la zone du *Nummulites lævigata*, dans les glauconies grossières; il comprend les calcaires grossiers, les sables moyens, les calcaires lacustres, et jusque et y compris les gypses de Montmartre. Circonscrit de cette manière, l'étage, suivant sa composition minéralogique, a été appelé *Glauconie grossière*, *Calcaire grossier* et *Sables moyens*; mais ces noms, peut-être applicables dans le bassin anglo-parisien, à quelques points, ne peuvent l'être ailleurs. Sous le nom d'*Eocène*, M. Lyell a réuni les deux étages suessonien et parisien. Sous ce rapport, nous n'aurions pu le conserver, si d'autres motifs, énoncés ailleurs (§ 2358), ne nous empêchaient de l'admettre. Nous lui avons appliqué le nom de *Parisien*, employé déjà depuis longtemps, par la double raison que les environs de Paris montrent la plus vaste extension et l'ensemble le plus complet de l'étage, et que cette dénomination, devenue vulgaire, ne comporte aucune composition minéralogique ni paléontologique.

§ 2429. **Synonymie.** Suivant la composition minéralogique, c'est, dans le bassin anglo-parisien, la *Glauconie grossière*, le *Calcaire grossier*, les *Sables* et les *Grès moyens* ou *Sables* et *Grès de Beauchamp*, le *Calcaire lacustre moyen* ou *Calcaire siliceux de Saint-Ouen*, le *Calcaire moyen*, le *Gypse* de Montmartre avec ses *argiles*, des géologues français. Le *London-clay* (les *argiles de Londres*) des Anglais; le *Fresh water et* la *Marine formation* de M. Morris; une partie de l'*Étage éocène* de

M. Lyell. Les *Terrains Izémiens Épilimnitique, Protéique Paléothérien, Tritonien et Clastique*, de M. Brongniart; les *Systèmes Landénien, Ypresien* et *Bruxellien*, de M. Dumont; partie des *Terrains supercrétacés inférieurs*, de M. Huot; la *Glauconie supérieure*, l'*Étage calcaire*, le *Calcaire grossier*, les *Marnes*, l'*Étage des Sables et Grès moyens*, l'*Étage du Calcaire lacustre moyen*, et l'*Étage des Gypses*, de M. Graves.

Suivant la superposition, c'est une partie (le *Calcaire grossier* et le *Gypse*) des *Terrains tertiaires inférieurs*, de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; le *Blue-Clay of Bracklesham, arenaceous Limestone or sandstone of Bognor sand on Emsworth common*, de M. Mantell (Sussex); le *Calcaire grossier*, les *Calcaires fragiles* (caillasses), les *Sables* et les *Grès dits de Beauchamp*, le *Travertin inférieur*, le *Gypse*, de M. Charles d'Orbigny (tableau); le *Système calcareo-sableux*, de M. Galeotti; le *Calcaire à Orbitolites*, la *Molasse éocène* ou du *Fronsadais*, le *Calcaire d'eau douce et meulières*, de M. Delbos (bassin de la Gironde).

*Type français.* Grignon, Parnes, Damery, Courtagnon, Auvers, Blaye, Ermenonville, Faudon. *Type anglais*, les argiles de Londres.

§ 2430. **Extension géographique.** (*Voyez* étage 25 de notre carte, *fig*. 563.) Le bassin anglo-parisien offre de vastes surfaces de cet étage remarquable. On le voit, en effet, sur les dernières couches de l'étage suessonien, couvrir tout l'intervalle compris entre Épernay et Pacy (Eure) et entre la Fère et Montereau. Nous citerons, pour le démontrer, quelques-unes des localités les plus connues par leurs fossiles, dans chaque département. On le trouve tout autour de Paris, à Gentilly, à Ivry, à Montrouge, à Vaugirard, à Chaillot, à Saint-Ouen, à Belleville, à Pantin, à Nanteuil; dans le département de Seine-et-Oise, à Grignon, à Auvers, à Pontoise, à Magny, à Saint-Germain, à Parnes (ferme des Boves), à Valmondois, à Beauchamp, à Sèvres, à Saint-Nom, à Chérence, à Saillancourt; dans l'Oise, à Chaumont, au Vivray, à Ponchon, à Mortefontaine, à Ermenonville, à Ver, à Hénonville, à Monneville, à la Chapelle, près de Senlis, à Tancrou, à Villemétrie, à Acy, à Betz, à Mouy, à Mouchy-le-Châtel, à Liancourt, à Saint-Félix, à Ully, à Hermes, à Marquemont; dans l'Aisne, à Laon, à Soissons (couches supérieures), à Château-Thierry, à Douchy-le-Château, à Villers-Cotterets, à Saint-Gobain, à Colligis, à Sainte-Croix, à Pavant, à Recourt, etc.; dans la Marne, à Courtagnon, à Damery, à Montmirail, à Nanteuil, à Fleury, à Emonville; dans l'Eure, à Venable, à l'est de Louviers. On en trouve un lambeau isolé dans le département de la Manche; nous l'avons vu surtout à Gourbesvilles, à Orglandes, à Parfouru, commune de Hauteville, à Sainte-Colombe, à Regneville et à Cauquigny.

Le complément des mers anglo-parisiennes se trouve en Angleterre, où l'étage commence à se montrer sur la côte du Dorsetshire, d'où il se

dirige à l'est, par le Hantshire et le Sussex. Il reprend dans le Kent; se dirige à l'ouest dans le Surrey, le Berkshire, le Hampshire; puis tourne au nord-est, par le Middlesex, l'Essex et le Suffolk. Les principales localités sont Londres, Barton, Hants, Highgate, Lyndharst, Subbington, Hordwell, pour les couches marines, et Reak, près de Benson, Halcomb, et Newport, dans l'ile de Wight, l'île de Sheppey, Bognor, Bracklesham (Sussex).

Un second complément des dernières mers, qui se continuait, sans doute, sans interruption, avec l'Angleterre, se retrouve d'abord à Cassel (Nord), d'après M. Élie de Beaumont, puis en Belgique. Il forme une vaste bande est-sud-est qui s'étend de Bruges, en passant par Gand, Bruxelles et Louvain, jusqu'à Landen. Les principales localités où l'on trouve des fossiles nombreux, décrits par M. Nyst, sont les suivants: Aeltre, Gand, Rouge-Cloître, Saint-Josse-ten-Noode, Grenendael, les environs de Bruxelles, Saint-Jilles-en-Forest, Afflighem, Biersel, Everlé, près de Louvain, Assche, Uccle, Jette, Lacken, etc., etc. Peut-être qu'Egeln, près de Magdebourg et Bunde, ainsi qu'Astrupp, près d'Osnabruck, en Westphalie, dépendent du même âge; mais nous n'en avons pas l'entière certitude.

Dans le bassin pyrénéen, nous en voyons paraître un lambeau dans la Vendée, à la partie extérieure de l'île de Noirmoutiers, principalement à la Pointe-du-Devin; et, suivant M. Rivière, il se continue à la presqu'île de Bouin, à Sallertaine, à Machecoul et à l'est de Beauvoir; puis une vaste surface formée de calcaires à orbitolites entoure Blaye, Pauliac et Lesparre; les molasses éocènes des calcaires d'eau douce de Plossac en dépendent.

Dans le bassin méditerranéen, nous avons reconnu, par la faune, que tous ces terrains nummulitiques qui existent au sommet des montagnes à Faudon, à Ancelle, près de Gap et près de Saint-Bonnet (Hautes-Alpes) en dépendent certainement, ainsi qu'un lambeau voisin de Saint-André-de-Méouille (Basses-Alpes). Peut-être existe-t-il encore dans le comté de Nice, à la Fontaine du Jarrier, sur les couches suessoniennes. Nous avons au moins la certitude, par les fossiles découverts par M. Hugard dans les montagnes du Haut-Faucigny, au nord de la chaîne des Fis, qu'un lambeau y existe. M. l'abbé Chamousset, en voyant nos fossiles de Faudon, a cru y reconnaître l'étage de Thones, près d'Annecy. Alors les grès à Fucoïdes ou le Flysch seraient parisiens. Le lambeau de terrain tertiaire des Diablerets, près de Bex, qui a été le sujet de plus d'une discussion, est absolument du même âge que Faudon, et que celui du Haut-Faucigny. Il dépend donc, bien certainement, de l'étage parisien, comme nous le prouverons aux considérations paléontologiques. La même époque paraît exister entre Barrême et Saint-Jacques (Basses-Alpes).

D'après l'ensemble des faunes, nous avons aussi reconnu qu'il existe sur une vaste partie de l'Amérique septentrionale, depuis le 31e degré de latitude jusqu'au 39e. On le trouve surtout dans l'État d'Alabama, à Claiborne, à Ballast-Point, à Tampa-bay, à Welmington, sur lesquels M. C. H. Hale a fait un beau travail de recherches; dans la Floride, dans la Géorgie, sur les rives des rivières de Savannah et de Ogeechée, à Bluff, à Mill-Haren; dans la Caroline du Sud, à Orangeburg, à Wantood; dans la Caroline du Nord, à Great Dismal Swamp; dans la Virginie, à Petersburg, près de Fredericksburg.

En résumé, l'étage, tel que nous le circonscrivons, en le séparant de l'étage suessonien, n'est pas borné seulement au bassin anglo-parisien, ainsi qu'on l'a cru pendant longtemps ; mais il occupe encore, en France, les bassins pyrénéen et méditerranéen, la Belgique et une grande surface de l'Amérique septentrionale.

§ 2431. **Stratification.** (*Voyez* étage 25 de nos coupes, *fig.* 393.) Dans tout le bassin anglo-parisien, l'étage qui nous occupe repose en couches concordantes sur l'étage suessonien, et tous les géologues sont maintenant d'accord sur ce point. Les puits creusés à Gentilly, à Vaugirard, pour l'extraction des argiles, ont montré les calcaires grossiers sur les lignites, les argiles plastiques ou leurs sables. On peut le voir à Chaumont (Oise), à Laon, à Soissons (Aisne), à Meudon, près de Paris, à Damery, à Émonville (Marne), au Mont-Ganelon, près de Compiègne, à Cuise-la-Motte et sur une infinité de points que nous croyons inutile de citer, car c'est un fait général. Tout prouverait donc que, dans le bassin anglo-parisien, l'étage parisien a succédé régulièrement à l'étage suessonien. En Angleterre, la même superposition existe. Dans le bassin pyrénéen, le lambeau de Blaye paraît être dans la même position relative, par rapport aux couches suessoniennes de Royan, que le creusement de puits a fait retrouver, ainsi que les couches parisiennes de Blaye, jusqu'au-dessous de Bordeaux; ce qui place ces étages absolument dans les mêmes relations que dans le bassin anglo-parisien. Il ne resterait donc aucun doute sur la succession régulière, dans l'ordre chronologique, de l'étage parisien après l'étage suessonien.

§ 2432. **Discordances.** Maintenant les motifs stratigraphiques qui nous ont fait séparer l'étage suessonien de celui-ci, indépendamment des différences paléontologiques, ont été décrits à l'étage précédent (§ 2396, 2401). Nous ne reviendrons donc pas sur les limites inférieures de l'étage parisien, qui prouvent que ces deux étages superposés ont suivi, chacun en particulier, des allures distinctes, et ont subi les conséquences de perturbations géologiques spéciales. Si la superposition, dans le bassin anglo-parisien, prouve, en effet, que les deux étages se sont succédé régulièrement, l'isolement des deux prouve leur indépendance.

§ 2433. Pour les limites stratigraphiques supérieures de l'étage parisien, elles sont aussi tranchées que possible, par des discordances d'isolement : le manque, sur l'étage parisien, du sous-étage tongrien, ou le manque, sous l'étage tongrien, de l'étage parisien; ce qui annonce encore leur complète indépendance. On trouve l'étage parisien isolé sans l'étage tongrien dans le département de la Manche, à Hauteville, et sur tous les points de ce lambeau, dans le bassin anglo-parisien, ainsi qu'en Angleterre, où, jusqu'à présent, l'étage tongrien manque. Le même isolement se remarque à Noirmoutiers (Vendée), à Machecoul (Loire-Inférieure), dans le bassin pyrénéen ; à Faudon, à Ancelle, à Saint-Bonnet (Hautes-Alpes), dans le bassin méditerranéen. L'étage tongrien paraît aussi manquer aux États-Unis, sur cette vaste surface de l'étage parisien. Si nous cherchons, au contraire, les points où se trouve l'étage tongrien sous l'étage parisien, qui lui est partout inférieur sur les points où il n'y a pas de lacunes, nous les trouverons encore dans le bassin pyrénéen, à Lesperon (Landes), où cet étage repose sur l'étage sénonien, et surtout dans tout le bassin de la Loire, où les couches terrestres tongriennes reposent sur les terrains crétacés aux environs de Tours (*fig* 595).

§ 2433 *bis*. **Déductions tirées de la position des couches.** En voyant, sur tous les points du bassin anglo-parisien, les couches parisiennes reposer en couches presque concordantes, pour ainsi dire horizontales ou légèrement inclinées vers le centre du bassin, on acquiert la certitude que cet étage, comme les vingt étages qui précèdent, a conservé, dans le bassin anglo-parisien, une position presque identique à celle qu'il occupait dans les mers parisiennes. Les couches de Belgique, dans la continuation du bassin anglo-parisien, s'y présentent aussi telles qu'elles ont été déposées dans les mers de cette période. En étudiant, dans le bassin pyrénéen, les couches de Blaye et des autres points de la Gironde, on arrive aux mêmes conclusions. Ce sont des parties encore intactes des mers parisiennes. A côté de ces parties intactes, nous voyons, au contraire, toutes les couches de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, disloquées de toutes les manières. Plus de portions horizontales sur ces lieux, mais bien des couches fortement inclinées qui, depuis leur dépôt tranquille, ont subi la dislocation des Alpes, longtemps après leur dépôt primitif horizontal.

§ 2434. Dans le bassin anglo-parisien, sur les points où les couches montrent qu'elles se sont succédé tranquillement des inférieures aux supérieures, on a reconnu, en France, trois divisions naturelles superposées, souvent caractérisées par une composition minéralogique distincte, et toujours par un assez grand nombre d'espèces de coquilles fossiles spéciales. Ces trois divisions, remarquées par beaucoup de géologues, ont reçu, lorsque la nature des sédiments se trouvait d'accord avec elles,

les noms de *Glauconie grossière*, de *Calcaire grossier* et de *Sables moyens*. Comme nous avons cru reconnaître que ces divisions, purement basées sur la nature minéralogique des couches, n'étaient pas toujours d'accord avec le niveau géologique et les faunes, nous en admettrons seulement deux dans le bassin anglo-parisien de France; mais, alors, nous les désignerons, dans l'étage, comme *zone inférieure* (comprenant la glauconie grossière et le calcaire grossier), et *zone supérieure* (pour les sables moyens). Néanmoins, comme nous croyons que ces différences de composition de faune des parties supérieures dépendent, surtout, d'une zone de moindre profondeur d'habitation dans les mers, nous ne la distinguons que pour suivre les divisions devenues vulgaires dans le classement des dépôts sédimentaires des environs de Paris.

§ 2435. **Composition minéralogique.** Après tous les beaux travaux de MM. Brongniart, Élie de Beaumont, Constant-Prévost, Graves, et de tant d'autres géologues recommandables, il reste peu de chose à dire sur la nature minéralogique des couches du bassin anglo-parisien; néanmoins, nous croyons devoir y ajouter quelques mots sur l'application, trop générale, peut-être, qu'on a faite de ces caractères aux trois divisions de couches superposées qu'on avait admises. On a cru que la zone inférieure était toujours formée de *Glauconie grossière*, les couches moyennes de *Calcaire grossier*, la zone supérieure des *Sables moyens*, le tout recouvert par les calcaires d'eau douce, les meulières et les gypses. Il en est, en effet, ainsi sur beaucoup de points. A Chaumont, par exemple, au Vivray, à Saint-Germain, les couches de la zone inférieure sont formées quelquefois de galets, de nombreux débris de coquilles, de polypiers, de coquilles entières, constituant, avec du gros sable et des points chlorités, une roche non agrégée, qui devient calcaire grossier sur d'autres lieux. A Damery, à Chaumont, à Parnes, à Grignon, à Montmirail, à Courtagnon, etc., la zone moyenne est composée de débris de coquilles, de coquilles entières enveloppées de sédiments blancs ou jaunâtres non agrégés; tandis qu'à Sèvres, à Gentilly, à Montrouge, à Vaugirard, l'ensemble consolidé en calcaires grossiers a été employé à bâtir la capitale. A Mortefontaine, à Ermenonville, à Ver (Oise); à Damery, à Nanteuil, à Émonville (Marne); à Auvers, à Valmondois, à Beauchamps (Seine-et-Oise), la zone supérieure marine est, il est vrai, composée de sable, renfermant un grand nombre de fossiles, et jusque là les trois divisions minéralogiques sont exactes et d'accord avec les divisions établies par les faunes; mais si l'on s'éloigne un peu, et si même on prend les horizons paléontologiques, plutôt que la nature minéralogique, pour base des divisions, on voit, par exemple, que les *parties inférieures* sont en Belgique, à Aeltre, représentées par du sable; que la *Cardita*

*planicosta* se trouve aussi à l'est de Ver, dans le sable ; que beaucoup de points de la partie moyenne étaient également formés de sable. Ainsi, lorsqu'on a dit que les coquilles du calcaire grossier se trouvaient souvent à la partie inférieure des sables, ces sables, qui contiennent les coquilles du calcaire grossier des autres lieux, ne sont plus, alors, pour nous, la zone supérieure, mais bien la zone moyenne, en synchronisme avec les calcaires grossiers de Paris ; car nous attachons plus de valeur aux horizons zoologiques, toujours sur le même niveau géologique, qu'à la nature minéralogique, qu'on sait être partout si variable. La zone supérieure est également très-différente, suivant les lieux ; il suffit, pour s'en assurer, de parcourir les alentours de Paris. On verra, par exemple, que les espèces de coquilles qui à Mortefontaine sont dans le sable se trouvent au-dessus de Grignon, à Vaugirard, à Gentilly, etc., soit dans des sables argileux, soit dans des argiles, soit, enfin, dans des calcaires grossiers, des caillasses agrégés ou friables, formés de milioles ou de foraminifères agathistègues. Lorsqu'on y reconnaît ces fossiles dans la même zone de hauteur géologique qu'ils occupent ailleurs, dans les sables, il est impossible de ne pas les prendre pour des couches synchroniques, seulement d'une nature minéralogique différente, déterminée par des circonstances locales. En résumé, nous voyons en général, aux environs de Paris, deux zones assez distinctes par la paléontologie, soumises à des variations minéralogiques identiques aux autres mers géologiques, et nullement représentées par des compositions minéralogiques distinctes, comme quelques auteurs l'ont pensé.

§ 2436. Dans ce bassin, les couches supérieures sont formées à Montmartre, à Montmagny, à Groslay, à Montmorency, à Pierrefitte, etc., de couches puissantes de gypses et d'argiles ; sur d'autres points ou audessous, on remarque des calcaires d'eau douce ou des meulières. Dans les autres bassins, à Blaye, ce sont de véritables calcaires grossiers et des calcaires d'eau douce ; à Faudon, à Ancelle, à Saint-Bonnet, dans les Hautes-Alpes, ainsi qu'aux Diablerets, ce sont des calcaires noirs argileux et des grès quartzeux appelés *Flysch*, supérieurs aux nummulites à Thones. En Amérique, dans la province d'Alabama, ce sont des sables ou des calcaires. Ainsi, la nature minéralogique de l'étage serait aussi diversifiée que les autres.

§ 2437. **Puissance connue.** Dans le bassin anglo-parisien, la puissance de l'étage est très-variable suivant les lieux ; mais, sur les points les plus épais, l'ensemble peut atteindre près de 100 mètres d'épaisseur. M. Chamousset l'évalue, à Thones, à 475 mètres ; M. Scipion Gras trouve, à Faudon, 1,000 mètres environ de puissance.

§ 2438. **Déductions tirées de la nature des sédiments.** Au milieu de tant de déductions, toutes plus intéressantes les unes que les autres,

qu'on pourrait tirer de la nature des sédiments de l'étage parisien, bornons-nous à quelques exemples.

§ 2439. **Points terrestres.** La présence de coquilles terrestres seules, telles que *Lymnea*, *Physa*, *Planorbis*, souvent mélangées à des coquilles terrestres du genre *Helix*, mais sans mélange de coquilles marines, annonce des dépôts purement terrestres ou lacustres, formés pendant la période parisienne. Ces dépôts existent sur presque tout le bassin parisien, soit sous la forme de calcaires siliceux ou de meulières, soit sous la forme de véritables calcaires ou de travertins pétris des genres cités. Ces dépôts, toujours supérieurs aux calcaires grossiers et aux sables moyens, se voient surtout autour de Paris; dans l'Oise, près de Mortefontaine, à Apremont, à Ermenonville; dans Seine-et-Oise, à Beauchamps, à Saint-Ouen, à Belleville, à Pantin; dans la Marne, à Nanteuil, à Cran-de-Ludes, à Damery, etc., etc. Le même horizon se continue en Angleterre et se voit dans l'île de Wight. Nous considérons encore comme un dépôt lacustre fait sous l'action des eaux, les gypses de Montmartre et autres. La stratification bien distincte, la position horizontale des corps organisés qu'on y rencontre dans les différents lits horizontaux, amènent au moins à cette conclusion. La transformation de ces couches sédimentaires en sulfate de chaux serait postérieure à leur dépôt.

§ 2440. Nous ne connaissons pas de points littoraux de cet étage bien marqués en France. A en juger par le grand nombre de poissons et de coquilles flottantes de Céphalopodes, de graines, de plantes, ils paraissent exister en Angleterre sur plusieurs points de l'argile de Londres, notamment à l'île de Sheppey, illustrée par les savantes recherches de M. Bowerbank sur les graines fossiles.

§ 2441. **Points sous-marins voisins des côtes ou peu profonds.** Le grand nombre de Gastéropodes et d'Acéphales peut faire croire que les points suivants se sont déposés au-dessous du balancement des marées, mais en des lieux peu profonds. Dans les couches inférieures, on les trouve autour de Paris, à Vaugirard, à Gentilly, à Chaillot, à Grignon, à Parnes, à Mouy, à Mouchy-le-Châtel, à Gypseuil, à Liancourt, à Chaumont, au Vivray, à Ully, à Marquemont, à Villers-Cotterets, à Courtagnon, à Damery, à Montmirail, etc., et dans la Manche. Dans les couches supérieures (sables moyens), on les trouve à Vaugirard, à Valmondois, à Auvers, à Beauchamps, à la Chapelle, près de Senlis, à Tancrou, à Monneville, à Villemétrie, à Acy, à Ver, à Mortefontaine, à Ermenonville, à Damery, à Nanteuil, à Courtagnon. Nous pourrons encore considérer comme tels, dans le bassin pyrénéen, les dépôts de l'île de Noirmoutiers et ceux de Pauliac, dans la Gironde; il en est de même de l'ensemble des dépôts de Faudon, d'Ancelle et de Saint-Bonnet, dans le

bassin méditerranéen, et de presque toutes les couches de Belgique.

Les mélanges de coquilles marines et terrestres de ces couches, indiqués par quelques auteurs, tiennent souvent aux connaissances peu exactes qu'on avait des habitudes de quelques genres, et à de fausses déterminations de quelques autres. On prenait, par exemple, des *Chemnitzia* marines pour des *Melania*, des *Natica* pour des *Ampullaria*, et l'on croyait à tort toutes les Néritines fluviatiles ; de là des coquilles fluviatiles, quand il n'en existait réellement aucunes dans les dépôts marins.

§ 2442. Les dépôts sous-marins du bassin anglo-parisien, partie française, nous paraissent, de plus, avoir été formés sous l'influence de courants plus ou moins forts. Le grand nombre de coquilles qu'ils renferment, souvent brisées, entières et presque jamais dans leur position normale d'existence, aussi bien que la multiplicité des Foraminifères, et le manque d'éléments vaseux, annoncent, en effet, des bancs évidemment formés sous l'influence des courants d'un charriage incessant. Nous pouvons encore aller plus loin par rapport aux courants, et retrouver quelle en était la direction successive. Voyons-en un exemple dans les couches de sable d'Auvers (Seine-et-Oise). Pour arriver à les comprendre, suivons, dans la figure 577, la succession des couches. La

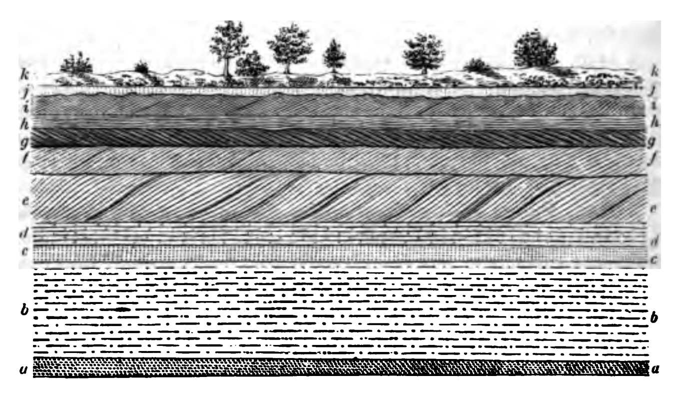



*Fig.* 577. Coupe prise à Auvers (Seine-et-Oise).

couche *a*, composée de sable pulvérulent ; la couche *b*, épaisse de deux mètres, formée de grès dur à pavés, sans coquilles ; la couche *c*, de sable fin avec quelques coquilles, et la couche *d* de grès fin sans coquilles se sont évidemment formées pendant une époque de repos ; elles sont toutes horizontales et à peine distinctes entre elles. A cet instant de tranquillité a succédé une époque d'agitation de la mer, pendant laquelle des

courants assez violents, venant de l'est, ont apporté tumultueusement des coquilles roulées et des fragments de calcaire grossier, enlevés aux couches déjà consolidées de la zone inférieure et moyenne du même étage, mélangés avec du gros sable et des fragments de coquilles, et en ont formé les bancs *e*, composés de lits inclinés à l'ouest (§ 83). La grande agitation a cessé ; et des courants dans la même direction, pendant un demi-repos, ont encore formé les lits inclinés composés de sables plus fins qu'on voit dans la couche *f*. Une seconde perturbation naturelle (§ 89) est survenue. Les courants ont charrié de nouveaux matériaux pesants (couche *g*), semblables à ceux de la couche *e*; mais, alors, les courants venant de l'ouest ont formé des lits inclinés à l'est, tout à fait opposés aux premiers. On doit, sans doute encore, à une seconde époque de repos, les sables fins horizontaux qui forment la couche *h*, et à une nouvelle époque de mouvement semblable à la première, la formation de la couche *i*, composée de lits de coquilles roulés, inclinés à l'ouest. Il y aurait eu, sur ce point, trois époques alternatives de repos, pendant lesquelles se sont déposées les couches *a*, *b*, *c*, *d*, *f* et *h*, et trois époques de perturbations. Pendant la première et la dernière (couche *e*), les courants auraient marché de l'est à l'ouest ; tandis que dans la seconde (couche *g*), intermédiaire aux deux autres, des courants contraires violents se seraient fait sentir de l'ouest à l'est. On voit qu'en procédant du connu à l'inconnu, et appliquant la connaissance des faits actuels aux faits passés, on peut facilement les expliquer sans recourir à des causes extraordinaires. Quelques personnes ont pu penser que ce dépôt était côtier; mais la divergence de direction et d'inclinaison des lits exclut tout à fait cette hypothèse, car une côte en retraite est toujours formée de dépôts sans lits marqués Les dépôts argileux de l'argile de Londres annoncent, au contraire, des mers tranquilles et sans courants.

§ 2443. **Remaniements.** D'autres conséquences peuvent encore être déduites de l'examen des couches d'Auvers. Nous avons dit que, d'après la position stratigraphique d'Auvers, la composition de sa faune dépend de la zone supérieure de l'étage parisien. Nous avons dit encore, que les couches de sable quartzeux, formées sous l'influence des courants, renferment un grand nombre de coquilles des zones inférieures du même étage, évidemment roulées à l'état fossile, avec des fragments de calcaire grossier encore pétris de leurs fossiles, qui ne peuvent provenir que des dénudations des couches inférieures d'autres points et de leur remaniement par les courants dans les sables d'Auvers. Ce fait, reconnu depuis longtemps à Valmondois par M. Constant-Prévost, à Tancrou, à Assis par M. Graves, que tout le monde peut vérifier à Auvers, annonce que les zones inférieures avaient déjà eu le temps de se consolider avant d'être dénudées et charriées ainsi dans la zone supérieure, et que dès

lors un temps considérable a dû s'écouler entre l'une et l'autre époque, qui aujourd'hui se confondent, pour ainsi dire.

Le remaniement évident des fossiles des diverses zones parisiennes dans les couches d'Auvers, qui paraît se reproduire également à Valmondois, à Tancrou, à Assis, à Bouconvillers (Oise), à peu près dans les mêmes circonstances, est la meilleure preuve que nous puissions donner de l'attention toute particulière qu'on doit apporter à l'examen minutieux d'une couche avant de la rapporter à une époque quelconque. Par sa position géologique, par ses sables quartzeux, les couches d'Auvers ont été placées avec raison dans la zone supérieure de l'étage parisien (sables moyens); et parce qu'elles contiennent des coquilles de la zone inférieure (glauconie grossière et calcaire grossier), on a cité ce point comme exemple de mélange, sans expliquer si ce mélange avait eu lieu du vivant des coquilles ou après. Pour nous, les couches d'Auvers, de Valmondois et de Tancrou ne doivent être citées qu'avec la plus grande réserve comme horizon. On doit y prendre, pour les restituer à leurs véritables zones, les fossiles qui s'y trouvent remaniées ; et dans aucun cas on ne pourra les mentionner comme exemple de mélange à l'état de vie des fossiles qu'elles renferment, puisque ces mélanges se sont faits évidemment à l'état fossile.

§ 2444. **Oscillations du sol.** L'étage parisien est caractérisé par des oscillations du sol qu'on ne peut s'empêcher de reconnaître dans la superposition de dépôts de provenances si différentes. Il serait, en effet, difficile d'expliquer, sans ces causes puissantes, la succession, dans le bassin, de couches fluviales, évidemment terrestres, aux couches marines qui marquent toutes les parties inférieures de l'étage. Pour que des êtres fluviatiles aient vécu sur des points antérieurement marins, il a fallu soit un affaissement sous-marin d'une autre vaste partie des mers parisiennes (§ 1754), soit la surélévation des points où les dépôts terrestres existent; action que nous voyons encore avoir lieu sous l'influence des oscillations. Il a fallu ensuite qu'un laps de temps considérable s'écoulât entre la surélévation des points sous-marins et l'arrivée des coquilles fluviatiles; car nous savons, par expérience (§ 142), que la moindre salure des eaux ne permet pas aux Lymnées d'exister.

§ 2445. **Caractères paléontologiques.** Les genres qui naissent (au nombre de 120), comparés aux genres antérieurement existants qui s'y éteignent (au nombre de 20), montrent que la faune de l'étage parisien continue la période croissante de développement des genres propre aux terrains tertiaires. Les deux séries animales qui donnent plus de formes nouvelles dans cet étage sont les Zoophytes, qui en offrent 27, et les Poissons, qui en montrent 21. Voici, du reste, les caractères différen-*tiels plus* spéciaux qui dépendent des formes génériques.

§ 2446. **Caractères négatifs tirés des genres.** Les genres qui s'éteignent dans l'étage suessonien, sans passer à l'étage parisien, seraient autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour séparer ces deux étages. Ces genres, comme on peut le voir à l'étage précédent (§ 2417), sont au nombre de 44.

§ 2447. Les genres qui, encore inconnus dans cet étage, ne se montrent, pour la première fois, qu'avec l'étage falunien, forment des caractères négatifs propres à distinguer ces deux étages ; ainsi donc, 148 genres donnent des caractères négatifs entre les étages parisien et falunien. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : Parmi les Mammifères, les 47 genres de notre 1[er] tableau ; parmi les Oiseaux, les 4 genres de notre 2[e] tableau ; parmi les Reptiles, lès 7 genres de notre 3[e] tableau ; parmi les Poissons, 7 genres ; parmi les Crustacés, 14 genres ; parmi les Céphalopodes, le genre *Spirulirostra ;* parmi les Gastéropodes, les 20 genres de nos 6[e] et 7[e] tableaux ; parmi les Mollusques lamellibranches, les 6 genres de notre 8[e] tableau ; parmi les Brachiopodes, le genre *Orbicula ;* parmi les Bryozoaires, les 5 genres de notre 10[e] tableau ; parmi les Échinodermes, les 6 genres de notre 11[e] tableau ; parmi les Zoophytes, les 15 genres de notre 13[e] tableau ; parmi les Foraminifères, les 15 genres de notre 14[e] tableau. En résumé, 190 genres peuvent donner des caractères négatifs pour distinguer l'étage parisien des étages qui le précèdent ou le suivent immédiatement.

§ 2448. **Caractères positifs tirés des genres.** Les caractères distinctifs positifs, que nous pouvons invoquer pour distinguer l'étage suessonien de l'étage parisien, nous sont donnés par tous les genres qui, inconnus dans le premier, naissent seulement dans le second. Ces genres, au nombre de 120, sont ainsi répartis dans les séries animales : Parmi les Mammifères, les genres *Macacus*, *Vespertilio*, *Myoxus*, *Delphinus*, *Didelphis*, *Chæropotamus*, *Hyotherium*, *Palæotherium*, *Anoplotherium*, *Ziphius*, *Taxotherium*, *Trogontherium*, *Hyracotherium*, *Xiphodon*, *Adapis*, *Zeuglodon* et *Balænodon ;* parmi les Oiseaux, les genres *Haliætus*, *Buteo*, *Strix*, *Perdix*, *Tantalus*, *Numenius*, *Fulica*, *Carbo*, *Lithornis* et *Alcyornis ;* parmi les Reptiles, les genres *Crotalus* et *Palæophis ;* parmi les Poissons, les genres *Myliobates*, *Ætobates*, *Pristis*, *Glyphis*, *Passalodon*, *Edaphodon*, *Psalodius*, *Elasmodus*, *Glyptocephalus*, *Phyllodus*, *Periodus*, *Notæus*, *Megalops*, *Sphenolepis*, *Sphyrænodus*, *Cœlorhynchus*, *Goniognathus*, *Macrostoma*, *Holacanthus* et *Sargus ;* parmi les Crustacés, les genres *Cancer*, *Leucosia*, *Dromia*, *Tiphis* et *Palæoniscus ;* parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Volvaria*, *Niso*, *Ringicula*, *Tiphis*, *Monoceras*, *Harpa* et *Crepidula ;* parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Grateloupia*, *Nuculina*, *Nucunella* et *Stalagmium ;* parmi les Bryozoaires, le

genre *Clypeina* ; parmi les Échinodermes, les genres *Lenita*, *Scutellina*, *Echinopsis*, *Echinorachnius* et *Laganum* ; parmi les Zoophytes, les genres *Turbinolia*, *Platytrochus*, *Endopachys*, *Paracyathus*, *Dasmia*, *Eupsammia*, *Stephanophyllia*, *Circophyllia*, *Drendrophyllia*, *Discotrochus*, *Rhyzangia*, *Cylicosmilia*, *Lobopsammia*, *Diplhelia*, *Areacis*, *Goniocœnia*, *Triphyllocœnia*, *Madrepora*, *Litharæa*, *Distichopora*, *Holaræa*, *Trochoseris*, *Dendrosmilia*, *Astreopora*, *Cyathoseris*, *Dendracis* et *Millepora* ; parmi les Foraminifères, les genres *Ovulites*, *Dactylopora*, *Fabularia*, *Orthocerina*, *Nonionina*, *Peneroplis*, *Spirolina*, *Clavulina*, *Asterigerina*, *Guttulina*, *Globulina*, *Spiroloculina* et *Articulina*.

§ 2449. Les genres qui naissent et meurent dans l'étage parisien sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour le distinguer de l'étage falunien, où ces genres sont jusqu'à présent inconnus. Ces genres, au nombre de 49, sont les suivants : Parmi les Mammifères, les genres *Taxotherium*, *Trogontherium*, *Hyracotherium*, *Xiphodon*, *Adapis*, *Zeuglodon* et *Balænodon* ; parmi les Oiseaux, les genres *Lithornis* et *Alcyornis* ; parmi les Poissons, les genres *Passalodon*, *Elasmodus*, *Glyptocephalus*, *Phyllodus*, *Periodus*, *Notæus*, *Sphyrænodus*, *Cœlorhynchus*, *Goniognathus* et *Macrostoma* ; parmi les Crustacés, le genre *Palæoniscus* ; parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Volvaria* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Nuculina*, *Nucunella* et *Stalagmium* ; parmi les Bryozoaires, le genre *Clypeina* ; parmi les Échinodermes, les genres *Lenita*, *Scutellina* et *Echinopsis* ; parmi les Zoophytes, les genres *Turbinolia*, *Platytrochus*, *Dasmia*, *Circophyllia*, *Discotrochus*, *Rhyzangia*, *Cylicosmilia*, *Lobopsammia*, *Diplhelia*, *Areacis*, *Goniocœnia*, *Triphyllocœnia*, *Holaræa*, *Trochoseris*, *Dendrosmilia*, *Cyathoseris* et *Dendracis* ; parmi les Foraminifères, les genres *Ovulites*, *Dactylopora* et *Fabularia*. En joignant à ces genres ceux, au nombre de 20, qui, nés antérieurement, s'éteignent encore dans l'étage parisien, sans passer à l'étage suivant : parmi les Mammifères, le genre *Ziphius* ; parmi les Poissons, les genres *Ptychacanthus*, *Gyrodus*, *Pycnodus* et *Hypsodon* ; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Pleurotomaria*, *Serpularia*, *Pileolus* et *Sulcobuccinum* ; parmi les Céphalopodes, le genre *Beloptera* ; parmi les Bryozoaires, le genre *Zonopora* ; parmi les Échinodermes, les genres *Macropneustes* et *Pygorhynchus* ; parmi les Zoophytes, les genres *Synastrea*, *Latomeandra*, *Aplosastrea* et *Dactylacis* ; parmi les Foraminifères, les genres *Orbitoides* et *Nummulites*, nous aurions donc aujourd'hui, comme pouvant donner des caractères positifs entre les étages parisien et falunien, le nombre de 69 genres.

§ 2450. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** En dehors de quelques centaines d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés et de *Plantes* que nous n'énumérons pas ici, nous avons, en espèces d'Ani-

maux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 1576 espèces, dont nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 2, p. 338 et suiv.), tous les noms discutés avec soin, la synonymie et les principales localités où elles se trouvent. Si nous ôtons de ce nombre les 8 espèces indiquées à l'étage précédent (§ 2419) comme s'y trouvant également, il restera encore 1568 espèces caractéristiques de cet étage sur les différents points où il se montre, et sous ses divers aspects minéralogiques.

§ 2451. Il nous reste maintenant à dire un mot des caractères paléontologiques plus spéciaux qui nous ont amené à réunir sous un même horizon des points très-éloignés les uns des autres. Aux considérations stratigraphiques, nous avons vu qu'aucun motif valable ne pouvait empêcher de réunir tous les lieux cités à l'extension géographique de l'étage. L'ensemble de la faune de tous ces points, étant dans les rapports les plus parfaits, suffirait seul pour décider la question, et prouver leur parallélisme; mais, indépendamment des caractères paléontologiques généraux donnés par le facies des genres, nous avons encore des caractères plus puissants à déduire de la distribution des espèces.

L'identité de l'argile de Londres et de notre étage parisien est maintenant trop connue, trop palpable aux yeux de tous ceux qui veulent jeter un regard sur les faunes respectives, pour que nous ayons besoin de le prouver. On le jugera, du reste, par le nombre considérable d'espèces qui se trouvent sur les deux points à la fois, et que nous avons indiquées dans notre *Prodrome stratigraphique*.

§ 2452. En séparant les fossiles du Limbourg, qu'ainsi que M. Hébert nous avons reconnu appartenir à l'étage tongrien ou falunien inférieur, nous trouvons, dans les terrains tertiaires de Belgique, qui forment les systèmes landenien, ypresien et bruxellien de M Dumont, dont les fossiles ont été décrits et figurés par M. Nyst, tout à fait la même faune que dans l'étage parisien de France et d'Angleterre. L'ensemble est identique ; et pour le prouver, dans la liste des espèces les plus caractéristiques, que nous donnons plus loin, les espèces communes à la Belgique et à Paris sont précédées d'un *a*. Ces espèces sont bien plus nombreuses que celles que nous citons, et la contemporanéité d'époque ne peut être contestée.

Indépendamment de l'identité de stratification, nous avons, pour réunir les couches de Blaye (Gironde) à l'étage parisien, l'ensemble de la faune et, de plus, l'identité d'un grand nombre d'espèces, dont quelques-unes sont indiquées dans la liste et sont précédées d'un *c*. Cette contemporanéité est reconnue depuis longtemps par les géologues.

§ 2453. Il n'en est pas ainsi des couches de Faudon, de Saint-Bonnet, d'Ancelle (Hautes-Alpes) et du Diableret, que nous y réunissons; elles

ont motivé beaucoup d'opinions différentes et contradictoires. Nous les avons visitées, et, grâce à l'obligeance de M. Rouy, nous avons pu rassembler un grand nombre d'espèces fossiles. Avec ces moyens de vérification, nous avons, d'abord, reconnu qu'il n'y existait aucune espèce crétacée, pas plus que des espèces tertiaires de notre étage suessonien. Avec un ensemble de faunes en tout identique à celui de l'étage parisien, nous avons encore reconnu que les 29 espèces précédées d'un astérisque (*) dans la liste qui suit, se trouvent simultanément dans le bassin anglo-parisien et dans les Alpes. Il ne pourrait, dès lors, nous rester aucun doute sur leur classement dans l'étage parisien, et sur leur parfaite contemporanéité d'existence.

§ 2454. M. Lyell avait, dans ses savantes recherches, classé parmi son étage éocène les terrains tertiaires inférieurs de l'Amérique septentrionale. Comme l'étage éocène de M. Lyell comprend nos étages suessonien et parisien, il restait à savoir si les deux existaient aux États-Unis ou s'il ne s'y en trouvait qu'un seul. Une belle collection de fossiles, envoyée par M. Hale, nous a donné les moyens de résoudre la question. Nous n'y avons reconnu aucun genre spécial à l'étage suessonien ; tandis qu'au contraire le facies de ces fossiles est si semblable à celui de notre étage parisien, qu'il est impossible de ne pas le reconnaitre à la première vue. Nous n'aurions eu que ces rapports généraux, que nous n'aurions pas balancé à réunir l'ensemble à l'étage parisien ; mais nous y avons reconnu, de plus, avec le *Cardita planicosta*, les *cinq autres* espèces marquées de deux astérisques dans la liste, qui se trouvent simultanément aux environs de Paris et dans la province d'Alabama, aux États-Unis ; ce qui indique une contemporanéité complète, et même des communications directes entre ces deux points des mers parisiennes. Voici, avec les signes indiqués ci-dessus, la liste des espèces que nous regardons comme les plus caractéristiques et les plus répandues dans l'étage parisien :

MOLLUSQUES.

| | |
|---|---|
| Sepia sepioidea. | 1 |
| Nautilus regalis. | 3 |
| *a* Rissoa turricula. | 30 |
| *a* Scalaria crispa. | 50 |
| *a* Turritella terebellata. | 56 |
| *a* — imbricataria. | 59 |
| * — carinifera. | 60 |
| * Chemnitzia costellata. | 81 |
| *a* Volvaria bulloides. | 109 |
| * Natica Parisiensis. | 116 |
| * — labellata. | 121 |
| * Cypræa elegans. | 230 |
| *a* Ancillaria buccinoides. | 250 |
| *a c* Terebellum sopitum. | 263 |
| *a* Voluta harpula. | 264 |
| Mitra cytharella. | 292 |
| * — crebricosta. | 305 |
| — plicatella. | 306 |
| * — cancellina. | 310 |
| * Conus lineatus. | 334 |
| *a* — deperditus. | 336 |
| — colombarla. | 343 |
| — fissurella. | 344 |

| | |
|---|---|
| * Pleurotoma filosa. | 378 |
| ** — dentata. | 382 |
| * — labiata. | 390 |
| * — lineolata. | 394 |
| * Fusus rugosus. | 445 |
| *a* — longævus. | 448 |
| *a* — Noe. | 461 |
| *a* — bulbus. | 477 |
| * — subcarinatus. | 481 |
| *a* — errans. | 482 |
| *a* — turgidus. | 494 |
| *a* Cerithium giganteum. | 561 |
| * — Bonelli. | 583 |
| * — hexagonum. | 586 |
| * — semigranulosum. | 621 |
| * — Diaboli. | 627 |
| * — Cordieri. | 1520 |
| *a* Morio nodosa. | 652 |
| ** Infundibulum trochiforme | 670 |
| * Dentalium substriatum. | 703 |
| Bulla cylindroides. | 710 |
| *a* — Bruguieri. | 714 |
| *c* Clavagella coronata. | 1568 |
| Gastrochæna elongata. | 739 |
| *a* Arcopagia sinuata. | 754 |
| Tellina scalarioides. | 768 |
| *a* Leda striata | 801 |
| *a* Venus nitidula. | 814 |
| * — turgidula. | 816 |
| — semisulcata. | 822 |
| *a* — suberycinoides. | 824 |
| * — globulosa. | 830 |
| *a* Corbula striata. | 896 |
| *a* Pandora Defrancii. | 885 |
| *a* Crassatella ponderosa | 894 |
| ** Cardita planicosta. | 913 |
| *a* — decussata. | 917 |
| *a* Cardita imbricata. | 919 |
| *a* Lucina mutabilis. | 946 |
| *a* — concentrica. | 950 |
| ** Corbis lamellosa. | 976 |
| *a* Cardium porulosum. | 982 |
| *a* Pectunculus pulvinatus. | 1025 |
| *a* Arca cucullaris. | 1049 |
| *a* Avicula trigona. | 1090 |
| *a* Pecten plebeius. | 1100 |
| *c* — subscabriusculus. | 1108 |
| *a* Spondylus radula. | 1115 |
| ** Ostrea flabellula. | 1126 |
| *a* — cariosa. | 1130 |
| *a* — cymbula. | 1135 |
| *a* Anomya tenuistriata. | 1148 |
| *a* Vincularia fragilis. | 1156 |
| *c* Echinolampas similis. | 1210 |
| *c* — affinis. | 1211 |
| *c* Echinocyamus pyriformis. | 1219 |
| *c* Scutellina nummularia. | 1225 |
| * Turbinolia sulcata. | 1240 |
| *a* Sphenotrochus crispus. | 1246 |
| * Balanophyllia tenuistriata. | 1260 |
| * Areacis sphæroidalis. | 1274 |
| * Prionastrea Ameliana. | 1277 |
| * Holaræa Parisiensis. | 1287 |
| * — micropora. | 1288 |
| * Nerita granulosa. | 151, 1440 |
| * Trochus monilifer. | 1414 |
| *a* Solarium trochiforme. | 1448 |
| FORAMINIFÈRES | |
| *a* Ovulites margaritula. | 1290 |
| *a* Orbitolites complanata. | 1295 |
| Nummulites lævigata. | 1302 |
| *c* Rotalia Dufresnii. | 1321 |
| *c* Biloculina ringens. | 1248 |

En comparant cette liste avec les indications réunies dans notre *Prodrome*, on pourra se convaincre que nos limites des étages sont basées sur la stratification, sur le facies des faunes et sur la contemporanéité d'un nombre plus ou moins grand d'espèces communes. Voici quelques exemples de cette faune (*fig.* 578 à 594).

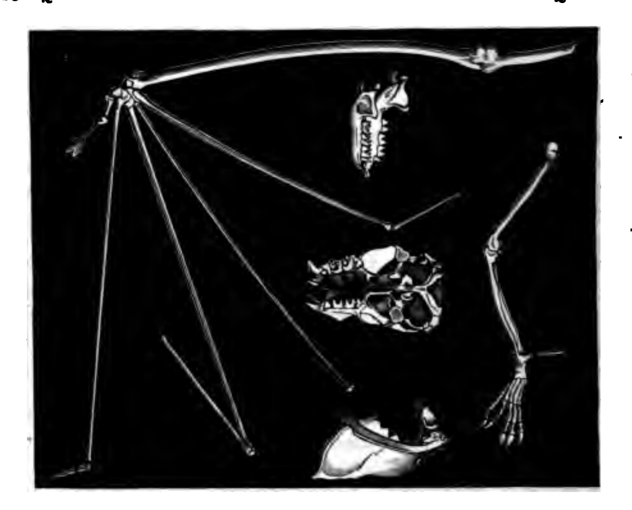


*Fig.* 578. Vespertilio Parisiensis.



*Fig.* 579. Trogontherium Cuvieri.



*Fig.* 580 Anoplotherium commune.

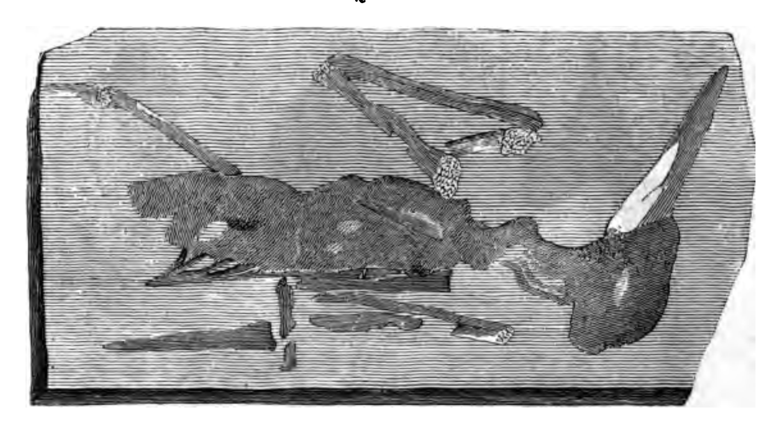


*Fig.* 581. Oiseau de Montmartre.

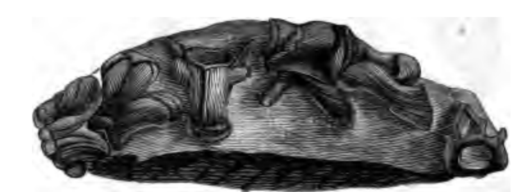


*Fig.* 583. Palæophis toliapicus.



*Fig.* 582. Alligator (de l'île de Wight).

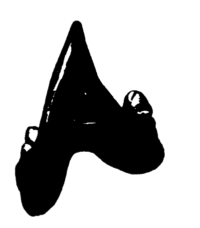


Fig. 584. Otodus obliquus.



Fig. 585. Lymnea pyramidalis.

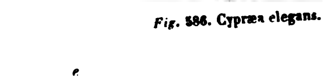


Fig. 586. Cypræa elegans.

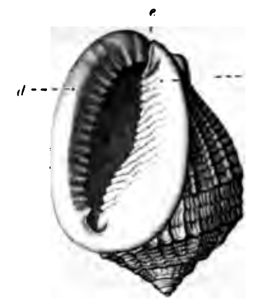



Fig. 587. Cassis cancellata.







Fig. 589. Tiphis tubifer.

Fig. 588. Cerithium hexagonum

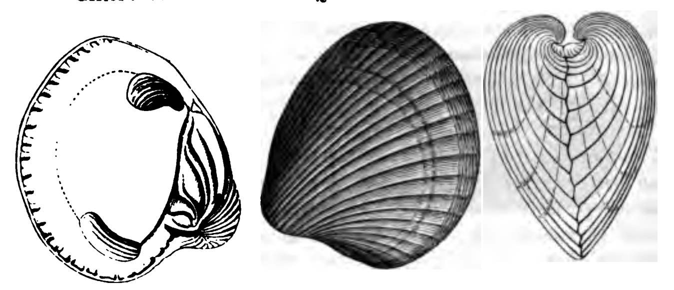


*Fig.* 590. Cardita planicosta.

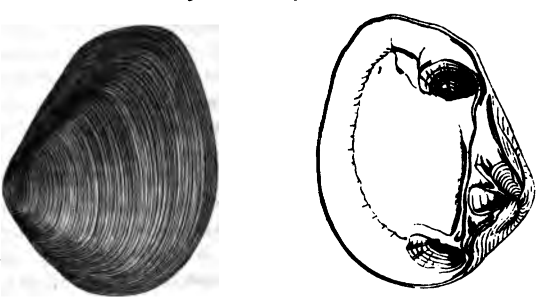
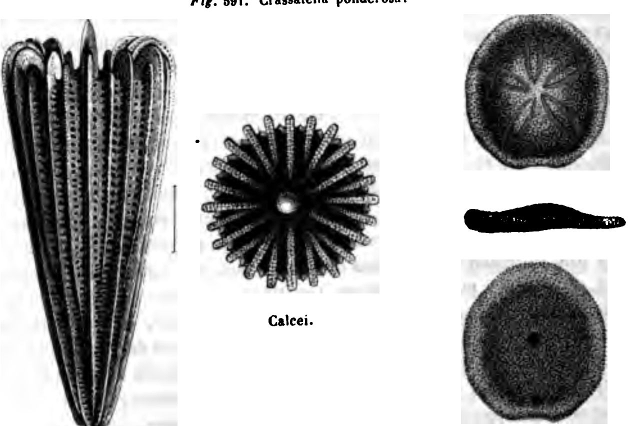


*Fig.* 591. Crassatella ponderosa.



Calcei.

*Fig.* 593. Turbinolia sulcata.

*Fig.* 592. Laganum reflexum

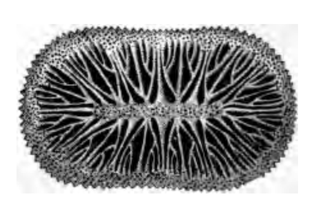
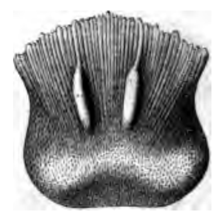



*Fig.* 594. Eupsammia Macluri.

Tout en séparant dans notre *Prodrome stratigraphique* les espèces fossiles de l'étage parisien en deux séries, l'une inférieure, l'autre supérieure, nous sommes loin de vouloir donner une valeur générale à ces divisions. Comme nous l'avons déjà dit (§ 2434), nous ne les considérons pas comme bien tranchées ; et nous croyons que les différences qu'on remarque dans les deux faunes tiennent principalement au niveau différent d'habitation des espèces au sein des mers parisiennes, et aux influences déterminées par la nature sablonneuse ou calcaire des sédiments.

§ 2455. **Chronologie historique.** La dislocation de la chaîne des Pyrénées a déterminé une puissante perturbation qui a interrompu la durée de l'étage suessonien et a détruit à la fois 44 genres spéciaux à cette époque, en même temps que les 670 espèces que nous avons signalées dans cette période d'existence. Lorsque le calme est venu remplacer l'agitation produite par cette révolution géologique, ont paru sur la terre et dans les mers 120 genres d'Animaux jusqu'alors inconnus (§ 2448), renfermant plus de 1700 espèces. C'est au moins ce qui a été décrit jusqu'à présent.

§ 2456. Les continents et les mers subissent plusieurs changements de forme. La mer du bassin anglo-parisien (*voyez* étage 25 de notre carte, *fig*. 563) se modifie moins dans sa partie ouest en Angleterre, et dans la partie sud-ouest de la France, où elle ne fait que laisser quelques atterrissements littoraux à son pourtour, tout en conservant la forme qu'elle avait à l'étage précédent. Par suite de la surélévation simultanée dans une direction est quelques degrés au sud, et ouest quelques degrés nord, du Surrey et du Sussex en Angleterre, du pays de Bray, des départements du Nord et du Pas-de-Calais en France, ou par suite de l'affaissement des parties situées au nord et au sud de ces points, et d'une partie de la Manche, la mer parisienne paraît avoir abandonné ces parties surélevées, et avoir formé deux golfes distincts, l'un au nord, occupant, en Angleterre, tous les versants de la Tamise, autour de Londres, et se continuant en Belgique par Bruges, Bruxelles, jusque près de

Tongres ; l'autre au sud, qui commence en Angleterre aux régions voisines de l'île de Wight, qui couvrait une partie du Cotentin (Manche), et de là jusqu'à Damery, près d'Épernay, mais ne passait pas au nord de Laon. On voit que si ces mers se sont retirées du centre du bassin anglo-parisien, elles ont envahi le Cotentin et une partie de la Belgique.

Des changements encore plus considérables se sont opérés dans le bassin pyrénéen. La chaîne des Pyrénées, en surgissant au-dessus des eaux, est venue changer la forme des mers. Si les limites septentrionales sont restées presque les mêmes avec des atterrissements littoraux, les limites méridionales sont différentes. La mer, qui s'étendait à l'étage suessonien jusqu'en Espagne, et couvrait tous les points occupés aujourd'hui par la chaîne des Pyrénées, s'est considérablement retirée vers le nord, et occupe une petite partie de ce bassin. On n'en voit effectivement les traces qu'entre Bordeaux et l'Océan.

Le bassin maritime méditerranéen, par la même raison, change aussi de forme ; il ne communique plus avec le bassin pyrénéen, et ses limites occidentales s'avancent encore vers l'est. Nous croyons, par les lambeaux connus, que la mer parisienne commençait près de Nice, passait par Faudon, par Saint-Bonnet, aujourd'hui aux parties élevées des Hautes-Alpes (cette chaîne n'existant pas encore), et s'étendait jusqu'aux Diablerets, près de Bex ; là nous perdons ses limites. C'est encore durant l'étage parisien que des parties considérables des États-Unis, du 31 au 39° de latitude, surélevées depuis la fin des terrains crétacés, donnent accès, par suite d'un affaissement, aux mers parisiennes, qui, par la contemporanéité des mêmes espèces, s'étendaient probablement sans interruption depuis Paris jusqu'à la province d'Alabama, dans l'Amérique septentrionale.

§ 2457. Les continents s'agrandissent autour des bassins maritimes préexistants, des parties surélevées dans le Sussex, dans le pays de Bray et dans le Pas-de-Calais, en France et en Angleterre. Ils augmentent bien plus encore dans le bassin pyrénéen, où, désormais, la chaîne des Pyrénées, surélevée à la fin de la période suessonienne, offre une puissante barrière aux océans, qui se retirent au nord, et laissent non-seulement la chaîne des Pyrénées tout entière hors des eaux, mais encore l'intervalle compris entre cette chaîne et le massif central, ne formant qu'un seul et même continent qui couvre, de plus, tout le Languedoc et la Provence, et se continue vers le nord-est, à une grande distance. A côté de ces parties continentales gagnées sur les mers, nous voyons, au contraire, le continent de l'époque suessonienne perdre la partie envahie par la mer dans le Cotentin, près de Valognes, et surtout une vaste partie de la Belgique, surélevée depuis l'étage carboniférien, et entièrement étrangère au premier âge des terrains tertiaires. Les continents se sont encore

minnés de toute la partie envahie par la mer aux États-Unis, sur huit degrés en latitude de longueur.

§ 2458. Les mers nourrissent un grand nombre d'Animaux nouveaux, parmi lesquels on remarque que les Mollusques ne donnent plus que quelques genres, ainsi que les Animaux annelés, tandis que les classes qui offrent le plus grand nombre de genres nouveaux sont les Poissons et les Zoophytes. On voit, en effet, sur les 92 genres nouveaux vivant dans les mers, que 20 dépendent des Poissons et 27 des Zoophytes, tandis que les 45 genres qui restent dépendent de 8 classes distinctes. C'est la première fois que les mers sont peuplées de Cétacés ou Mammifères marins, qui montrent alors les genres Dauphin (*Delphinus*) et *Balænodon* Les Crustacés offrent les premiers Crabes (*Cancer*) ; les Mollusques, les genres *Typhis*, *Harpa*, *Crepidula* ; de nombreux Zoophytes et des Foraminifères, surtout des Milioles ou *Agathistègues*, dont les espèces dans la mer étaient si nombreuses, qu'on doit souvent à leur agglomération les calcaires dont Paris est bâti, et qui forment des couches entières à Gentilly, à Vaugirard, à Luzarches et ailleurs. Si nous avons reconnu que 27 millimètres cubes de ces calcaires contiennent jusqu'à 58,000 de ces coquilles, on pourra, par là, calculer le nombre d'individus et le temps qu'il a fallu pour en former des couches de plusieurs mètres de puissance, et s'étendant de Gentilly à Luzarches. Avec ces Animaux, on connait encore dans la mer parisienne les espèces de Plantes marines qui suivent :

**Cryptogames amphigènes.**

Sphærococcites Beaumontianus, Br. Paris. (Fucoides Beaumontianus, Pomel.)
Chondrites Dufresnoyi, Pomel. Paris.
C. intricatus, Brong.
C. æqualis, Brong.
C. difformis, Brong.
C. Targionii, Brong.
C. furcatus, Brong.
C. recurvus, Brong.
C. Huotii, Brong.
C. affinis, Sternb. (Sphærococcites).
C. inclinatus, Sternb. (Sphærococcites).
Munsteria Hæssii, Sternb.
M. flagellaris, Sternb.
*M. geniculata*, Sternb
Corallinites Pomelii, Brongniart. Paris.

**Monocotylédones.**

NAIADES.

Caulinites Parisiensis, Brong. Paris.
C. grandis, Pomel. Paris.
C. Brongniartii, Pomel. Paris.
C. nodosus, Ung. Paris.
C. ambiguus, Ung. Paris.
C. cymodoceites, Pomel. Paris.
C. herbaceus. Pomel. Paris.
C. zosteroides, Pomel. Paris.
Zosterites enervis, Brong. Paris.
Potamogeton multinervis, Brong. Paris.
Carpolithes Websteri Brongniart. Wight. (Carp. thalictroides, Var. A. Brong.).

§ 2459. Si nous avons vu les mers s'enrichir d'un grand nombre d'êtres nouveaux, les continents n'en offrent pas moins. C'est à cette époque que paraissent pour la première fois, parmi les Mammifères, les ordres de Quadrumanes ou Singes, et les Cheiroptères ou Chauves-souris. Les Oiseaux présentent encore des Oiseaux de proie, des Grimpeurs et des Gallinacés jusqu'alors inconnus, en même temps que les premiers représentants des Reptiles ophidiens ou Serpents. Les bois étaient donc peuplés en France et en Angleterre, de Macaques, de Crotales, de Didelphes, de Taxotherium, etc., etc., tandis que les plaines nourrissaient des Palæotherium, des Anoplotherium, etc., tous genres inconnus aujourd'hui, qui animaient cette époque. Les Plantes qu'on trouve avec ces Animaux sont également des régions chaudes. En voici la liste, d'après les recherches de MM. Brongniart (1) et Bowerbank :

**Cryptogames acrogènes.**

CHARACÉES.

Chara tuberculosa, Lyell. Wight.
C. Lemani, Brong. Paris.

**Monocotylédones.**

NIPACÉES.

Ripaditea, Bowerb. 13 espèces de l'île de Sheppey, dont 2 aussi dans le terrain tertiaire de Brux.

PALMIERS.

Flabellaria Parisiensis, Br. Paris.
Palmacites annulatus, Br. Paris.

**Dicotylédones gymnospermes.**

CONIFÈRES CUPRESSINÉES.

Callirites Brongniartii, Endl. Paris.
C. curtus, Endl. Sheppey.
C. Comptoni, Endl. Sheppey.
C. thuioides, Endl. Sheppey.
C. crassus, Brong. Sheppey.
Frenelites recurvatus, Endl. Sheppey.
F. subfusiformis, Endl. Sheppey.
F. globosus, Brong. Sheppey.
F. elongatus, Brong. Sheppey.
Solenostrobus subangulatus, Endl. Sheppey.
S. corrugatus, Endl. Sheppey.
S. sulcatus, Endl. Sheppey.
S. semiplotus, Endl. Sheppey.
S. tessellatus, Brong. Sheppey.

ABIÉTINÉES.

Pinites Defrancii, Brong. Paris.

ULMACÉES.

Ulmus Brongniartii, Pomel. Paris.

PROTÉACÉES.

Petrophylloides, Bowerb. 7 espèces de l'île de Sheppey.

LÉGUMINEUSES.

| | | |
|---|---|---|
| Leguminosites. | 18 | Espèces de fruits de l'île de Sheppey. |
| Xylinoprionites. | 2 | |
| Faboidea. | 25 | |

CUCURBITACÉES.

Cucumites variabilis, Bow. Sheppey.

(1) Nous ne mettons pas ici la Flore du succin, des lignites de Silésie et de Saxe, que M. Brongniart y place, n'ayant pas la certitude qu'elle soit bien dans cet étage à son véritable niveau stratigraphique.

SAPINDACÉES.

Cupanioides, Bowerb. 8 espèces de Sheppey.

MALVACÉES.

Hightea, Bowerb. 10 espèces de Sheppey.

§ 2460. La présence dans la province d'Alabama, aux États-Unis, des mêmes espèces marines qu'aux environs de Paris et en Angleterre; la découverte des Singes, des Crotales et de tant de genres propres aux régions chaudes, qui vivaient en France et en Angleterre, en même temps qu'un grand nombre de Poissons et de Plantes des pays chauds, reconnus à l'île de Sheppey, en Angleterre, prouvent qu'il y avait, sur toutes ces régions, aujourd'hui si distinctes, une température terrestre et marine spéciale aux régions équatoriales, et que les zones isothermes n'existaient pas encore sur la terre.

§ 2461. Les oscillations du sol étaient fréquentes (§ 2414) pendant cette période, qui a dû être de longue durée, à en juger par la puissance des couches et surtout par le nombre des êtres fossiles qu'elles renferment dans le bassin anglo-parisien.

§ 2462. Une perturbation géologique aurait encore interrompu cette période d'existence, causée soit par des dislocations lointaines ou sous-marines, dont les discordances supérieures nous donnent la preuve (§ 2432), soit par la dislocation du *Système de la Corse et de la Sardaigne*, dont la direction est du sud au nord, et que M. Élie de Beaumont place à la fin de cette époque.

## 26e Étage : FALUNIEN, d'Orb.

### PREMIER SOUS-ÉTAGE : INFÉRIEUR OU : TONGRIEN.

§ 2463. **Dérivé du nom.** En admettant cette division inférieure des premiers dépôts qu'on regardait comme *miocènes*, nous avions pensé à le nommer *étage stampien*, les environs d'Étampes (Stampæ) en montrant le plus beau type français; mais les recherches de M. Hébert, pleinement confirmées par les nôtres, nous ayant fait reconnaître le même âge géologique en Belgique et dans le Limbourg, où il correspond aux trois systèmes *tongrien*, *rupélien* et *boldérien* de M. Dumont, nous avons préféré conserver l'un de ces trois noms comme ayant la priorité, et nous proposons de donner à l'ensemble de l'étage le nom de *tongrien*. De cette manière, la ville de Tongres, en Belgique, sera notre point étalon pour la Belgique, de même que les environs d'Étampes le seront pour la France.

§ 2464. Dans le principe, nous n'avions pas l'intention de séparer nettement cette partie inférieure de l'étage falunien; mais, comme *elle se* retrouve, avec la même position stratigraphique, dans les

bassins anglo-parisien, pyrénéen et méditerranéen, en Belgique et même en Allemagne, toujours avec sa Faune spéciale, déjà considérable, puisque nous y comptons 428 espèces fossiles, nous y attachons une grande importance ; et nous la considérons comme plus distincte des faluns proprement dits, que ne l'est, par exemple, l'étage danien de l'étage sénonien. Nous ne doutons même pas que, lorsque les recherches stratigraphiques seront plus avancées, l'on ne la considère comme un étage parfaitement distinct, et de la même valeur que les autres En attendant, nous allons donner quelques-uns des renseignements spéciaux que nous avons pu réunir sur cette période géologique, qui devra former une cinquième époque tertiaire, à joindre aux quatre que nous avons admises.

§ 2465 **Synonymie de l'étage tongrien.** Partie des *Terrains tertiaires moyens* (miocènes), *Grès de Fontainebleau* de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont ; *Étage des Sables* et *Grès supérieurs* de M. Graves ; *Systèmes tongrien, rupélien* et *boldérien* de M. Dumont (que M. d'Archiac regardait, d'abord, comme correspondant à l'*Argile de Londres* ou aux *Sables moyens de Paris*) ; *Mollasses* (*Sables* et *Grès supérieurs de Fontainebleau*), *Travertin supérieur* et *Meulières* de M. Charles d'Orbigny (tableau) ; *Dépôt de* l'*Ostrea longirostris*, et *Calcaires à Astéries* de M. Delbos (bassin de la Gironde); *Marnes gypseuses marines* de M. Brongniart ; *Couches à Ostrea cyathula* de M. Hébert ; *Faluns bleus* de M. Grateloup ; *cinquième Groupe* de M. d'Archiac.

§ 2466. Nous considérons comme des dépendances de cet étage, dans le bassin anglo-parisien, toutes les couches séparées depuis longtemps par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, sous le nom de grès et sables supérieurs de Fontainebleau ; les sables et les grès supérieurs de M Graves c'est-à-dire depuis les marnes marines vertes contenant les *Ostrea cyathula*, *longirostris*, etc., jusques et y compris les calcaires lacustres supérieurs d'Étampes. Dans le bassin pyrénéen, les dépôts de l'*Ostrea longirostris*, du *Calcaire à Astéries* de M. Delbos, ainsi que les *faluns bleus inférieurs* de Gaas et de Lesperon, de M. Grateloup. Dans le bassin méditerranéen, les calcaires lacustres des environs d'Aix. En Belgique, les marnes argileuses de Boom, les argiles sableuses de Tongres et de Kleyn-Spauwen, dans le Limbourg, ou les étages tongrien, rupélien et boldérien de M. Dumont ; les sables coquilliers d'Alzey, en Wesphalie, et peut-être quelques autres points que nous citons à l'extension géographique Ce n'est point, comme on l'a cru, l'équivalent des argiles de Londres, mais bien un étage supérieur à cette époque.

§ 2467. **Extension géographique** (*voyez* étage 26 *a* de notre carte, *fig*. 363). Commençons par en chercher les limites dans le bassin anglo-parisien. Dans la partie française, on remarque d'abord un fait : c'est

qu'au nord de la Seine on ne retrouve plus que des lambeaux disséminés sur l'étage parisien, et témoignant seuls qu'un grand tout homogène, dont il ne reste que des jalons isolés, s'étendait, néanmoins, à une grande distance au nord, comme la circonscription l'indiquera. C'est seulement au sud du cours de la Seine que l'étage, alors en parties continues, recouvre partout l'étage parisien, comme à Viroflay, à Sèvres. Nous voyons les couches marines, les argiles à huitres et les sables marins supérieurs se montrer en lambeaux, d'après M. Graves, dans l'Oise, au mont Pagnotte, à Saint-Christophe-en-Halatte, à Montméliant, à Neuville-Bosc, à Montjavoult ; on les voit dans le département de Seine-et-Oise, à Écouen, à Montmorency, à Argenteuil, au mont Valérien, à Viroflay, à Roquecourt, dans le parc de Versailles, à Sceaux, à Longjumeau, à Jeurre, à Estrechy, à Morigny, à Abbeville; autour de Paris, à Montmartre, à Pantin, à Romainville, à Pierrefitte; dans la Marne, entre Condé et Orbais ; dans Seine-et-Marne, à Ormesson, à une demi-lieue au sud-ouest de Nemours, autour de Provins, de Château-Landon, à Dammartin, entre la Ferté-sous-Jouarre et Viels-Maisons, près de Meaux, etc. Les couches lacustres qui les recouvrent se montrent à Montméliant, à Montjavoult, à Saint-Christophe-en-Halatte, à Serans, au Mont-Pagnotte (Oise) ; autour de Paris, à Montmorency, à Palaiseau, à Milon, à Saint-Prix, à Jouy, à Sannois, à Vincennes, à Pontchartrain, à Triel, dans la forêt de Fontainebleau, à Meudon, à Sèvres, à Orsay, à Trappes, à Saint-Arnoult, et surtout au sud d'Étampes, et ensuite dans le Loiret, jusqu'à Damerie-Fay, près d'Orléans, une partie de l'Orléanais et de la Touraine; peut-être existe-t-elle encore en Auvergne. Jusqu'à présent cette époque n'a pas été reconnue en Angleterre ; et c'est, avec l'étage danien, la seule lacune qui existe des âges géologiques les plus anciens jusqu'à l'époque actuelle.

Il résulterait de cette circonscription que les parties centrales et sud-ouest du bassin anglo-parisien auraient seules participé aux dépôts marins, qui se seraient étendus de Montjavoult et de Montméliant, jusque auprès d'Étampes seulement. Les sables sans fossiles ont eu une plus grande extension, et les dépôts lacustres qui les recouvrent s'étendent bien plus à l'ouest et au sud.

Le bassin pyrénéen en offre encore une plus vaste extension. Sous forme de couches à *Ostrea longirostris*, il se montre, suivant M. Delbos, aux environs de Blaye, autour de Saint-Aubin, de la Gaspardi (Tourteran) et de Sainte-Foy-la-Grande (Gironde) ; sous la forme de calcaire à Astéries, qui les recouvre ou alterne aux environs de Blaye, la Roque, Bordeaux, Saint-Aubin, Tourteran, Pressac, Castillon, Sainte-Luce, Cubzac, Fronsac, Montalon, Villefranche, Fleix et Sainte-Foy-la-Grande, *c'est-à-dire* jusqu'au Lot-et-Garonne, aux environs de Marmande, pro-

bablement à Gondrin et à Condom, dans le Gers. Nous croyons encore, d'après l'analogie des Faunes, qu'on doit y réunir les *faluns bleus* inférieurs de M. Grateloup, étudiés par ce savant à Dax, à Gaas, à Tartas, à Saubrigues, à Saint-Paul, à Cazorditte, à Larra, à Lesplan, à Lesperon, à Saint-Avit, près de Mont-de-Marsan, à Abesse, à Garrey, à Orthez, à la Cabane (Landes) ; ainsi que le calcaire d'eau douce, qui paraît recouvrir ces faluns, comme dans le bassin anglo-parisien.

Dans le bassin méditerranéen, nous ne connaissons pas encore de dépôt marin de cette époque; mais les dépôts lacustres suivants, bien distincts des dépôts lacustres inférieurs (§ 2394), paraissent, d'après leurs fossiles, faire partie de cette époque, sur tous les points suivants, étudiés par M. Mathéron : dans les Bouches-du-Rhône, à l'Équiles, à Beaulieu, près d'Aix, à Marseille, à Peyrolles, à Venilles, etc. ; dans le département de Vaucluse, à Gargas; peut-être toutes les mollasses d'eau douce inférieures aux mollasses marines des Alpes en dépendent-elles encore.

En Belgique, et dans le Limbourg, on trouve cet étage avec tous ses caractères de dépôts marins, à Boom, à Kleyn-Spauwen, à Loos, au Vieux-Jonc, à Hoesselt, à Lethen, à Heerderen, à Neerepen, à Vliermael, à Tongres, à Heenis, à Bolderberg, à Rupelmonde, à Pietrebais, à Grimmetengin, à Ryckhoven, dont les fossiles ont été décrits et figurés par M. Nyst, et ont été reconnus par nous identiques à ceux du bassin parisien, sur les échantillons qui nous ont été communiqués par M. Bosquet. Nous avons encore constaté cette identité avec des fossiles qui nous ont été envoyés d'Alzey, de Kreuznach, près de Mayence, par M. Braun. D'après des identifications faites par M. Nyst, cet étage se trouverait peut-être encore en Westphalie, à Bunde; en Prusse, à Egeln, près de Magdebourg, et aux environs de Santen. Il aurait, comme on voit, une extension géographique aussi étendue que beaucoup d'autres; ce qui prouverait son importance réelle comme époque stratigraphique distincte.

§ 2468. **Stratification** (*voyez* étage 1 *a* de nos coupes, *fig.* 393 et 595). Tous les géologues sont d'accord sur la position de cet étage dans le bassin anglo-parisien. Les premières couches à huîtres reposent en couches concordantes sur les derniers dépôts gypseux de l'étage parisien, *comme on peut* le voir à Montmartre, à Pierrefitte, *à Montmorency*, à Écouen, etc., et tout autour de Paris.

*Fig.* 596. Coupe géologique de Tours à Manthelan (Indre-et-Loire).

Dans le bassin pyrénéen, et principalement autour de Blaye (Gironde), ainsi que l'ont observé MM. Delbos et Raulin, les premières couches de cet étage, contenant des huîtres, reposent sur les calcaires à Orbitolites et les couches lacustres analogues aux couches terrestres de l'étage parisien des environs de Paris. La même superposition existe en Belgique, d'après tous les beaux travaux de MM. d'Omalius d'Halloy et Dumont; aussi nul doute que cet étage tongrien, tel que nous le considérons, n'ait succédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage parisien, qu'il recouvre sur tous les points.

§ 2469. **Discordances**. Quant aux caractères stratigraphiques distinctifs de cet étage, ils sont aussi nombreux. En partant des limites supérieures de l'étage parisien, nous avons donné les limites inférieures de celui-ci (§ 2433). Ces limites étant, du reste, admises par presque tous les géologues français, nous croyons ne pas devoir insister davantage.

Pour les limites supérieures, elles sont données par des discordances réelles et par de nombreuses discordances d'isolement. Pour discordances réelles, nous citerons le relief du *Système* de *l'île de Wight*, du *Tatra*, du *Rilo-dagh* et de l'*Hæmus*, de M. Élie de Beaumont, qui paraît séparer l'étage des faluns proprement dits. Pour discordance réelle d'isolement, nous avons le manque de l'étage tongrien sous l'étage falunien d'une infinité de points du globe, dans le bassin anglo-parisien, dans la Manche, où l'étage falunien repose sur les terrains triasiques, avec une lacune de 19 étages. Dans le bassin ligérien, on voit les lambeaux faluniens reposer directement sur les terrains plutoniques ou azoïques, avec 25 étages de lacunes, comme dans les départements de la Loire-Inférieure, de la Vendée et d'Ille-et-Vilaine; sur les terrains paléozoïques, à Gahard, avec 22 étages de lacunes; sur l'étage turonien des terrains crétacés, à Tourtenay, autour de Doué, avec une lacune de 4 étages; sur l'étage sénonien, à Sablançay, à Manthelan, et sur beaucoup d'autres points du département d'Indre-et-Loire, avec une lacune de 3 étages. Dans le bassin pyrénéen, nous avons reconnu l'étage falunien sur l'étage kimméridgien à l'île d'Oléron, avec une lacune de 10 étages. A Carry (Bouches-du-Rhône), le dépôt falunien repose, en discordance complète, sur l'étage néocomien, avec 8 étages de lacunes; sur les terrains crétacés, à Sourribes (Basses-Alpes), et sur les terrains jurassiques, à Châteauredon Nous pourrions encore multiplier à l'infini les lieux où l'isolement de l'étage falunien, sans l'étage tongrien, qui devrait être partout inférieur, s'il avait dépendu de la même époque, se trouve le mieux constaté. Nous dirons seulement que nous regardons encore, comme fait de discordance, la présence des parties d'eau douce corrodées et perforées par les pholades de l'étage falunien, comme *MM.* de Vibraye et Coquand l'ont constaté, d'un côté, dans le bassin

ligérien, à Pontlevoy, et de l'autre dans le bassin méditerranéen, autour d'Aix. Pour nous, c'est la preuve que les dépôts d'eau douce étaient déjà consolidés et à l'état de roches, lorsque les mers ont recouvert ces dépôts terrestres, et lorsque les pholades les ont perforés, ce qui suppose un laps de temps considérable entre les deux et une véritable discordance d'érosion.

On ne peut donc pas, après des faits si nombreux, se dispenser de reconnaître l'entière indépendance stratigraphique de cet étage, qui, comme pour toutes les époques précédentes, se trouve parfaitement coïncider avec les limites paléontologiques, comme on le verra plus loin.

§ 2470. **Déductions tirées de la position des couches.** Nous ne pourrons ici que répéter ce que nous avons dit à l'étage précédent (§ 2433). Il en est, en effet, de l'étage tongrien comme de l'étage parisien : il s'est de même déposé dans les bassins anglo-parisien, pyrénéen, et en Belgique, dans des mers préexistantes; seulement, dans le bassin anglo-parisien, il s'est étendu bien plus au sud-ouest; dans le bassin pyrénéen, il a considérablement gagné au sud, tandis qu'en Belgique il s'est, au contraire, avancé vers le nord. Nous reconnaissons, dans tous ces bassins, des parties presque intactes des dépôts faits au sein des mers tongriennes; mais, comme on le voit, avec une extension bien différente de l'étage parisien.

§ 2471. **Composition minéralogique comparée.** Dans le bassin anglo-parisien, l'étage est formé généralement, dans ses parties inférieures, de marnes argileuses ou gypseuses, vertes ou jaunes, renfermant de nombreuses huîtres, recouvertes de sables, jaunes ou blancs, contenant, sur beaucoup de points, de nombreux fossiles, les uns transportés, les autres en position, comme à Jeurre, ou constituant ces masses de sables et de grès exploités comme pavés à Fontainebleau et aux environs d'Étampes. Dans ce dernier lieu, à la côte de Saint-Martin, des couches horizontales concordantes de sable blanc, dans lesquelles, aux parties inférieures, se trouve un lit de cailloux de silex roulés, se terminent, en dessus, par une légère couche toujours horizontale, formée de lignites, recouverte de calcaires siliceux ou argileux, avec ou sans silex, contenant des *Cyclostoma elegans antiquorum*, des graines de Chara et de nombreuses Cérites. Les couches, en remontant, deviennent de plus en plus calcaires, les Cérites ne s'y trouvent plus, et les couches supérieures ne renferment que des coquilles d'eau douce (*Planorbis* et *Lymnea*), qui s'étendent ensuite jusqu'à Orléans et dans la Touraine. Dans le bassin de la Gironde, l'étage se compose de sable marneux fin ou agglutiné par un ciment calcaire, contenant beaucoup d'huîtres, et quelquefois des osselets d'Astéries, recouverts d'un calcaire variable en dureté, contenant ou non des cailloux siliceux roulés, de petites huîtres, ou un grand nombre d'osselets d'Astéries, et de Polypiers. A Gaas, ce sont des faluns

bleus, avec beaucoup de coquilles; en Belgique, à Boom, ce sont des marnes argileuses, grisâtres ou noirâtres ; à Tongres, des argiles sableuses, bigarrées de jaunâtre ou de gris, passant en dessous aux sables verdâtres, et en dessus au jaune, et contenant beaucoup de coquilles marines. La nature minéralogique serait ici aussi variable que pour les âges précédents.

§ 2472. **Puissance connue.** La plus grande épaisseur connue se remarque auprès de Bordeaux, où M. Delbos l'évalue à 100 mètres.

§ 2473. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous trouvons, dans cette époque, divers genres de dépôts qui nous font reconnaître des parties marines et des parties terrestres.

§ 2474. **Points sous-marins voisins des côtes ou peu profonds.** Lorsque nous voyons la composition de toutes les couches marines du bassin anglo-parisien, où se remarquent de nombreuses huîtres ou des coquilles de Bivalves et de Gastéropodes dans des lits horizontaux de sable, on ne peut s'empêcher d'y retrouver un dépôt fait à peu de profondeur dans la mer, mais certainement au-dessous du balancement des marées. Les lits horizontaux des fossiles, et surtout les coquilles lamellibranches, encore dans leur position normale d'existence (§ 100), comme nous les avons rencontrés à Jeurre, nous donnent la certitude qu'aucun mouvement des eaux, semblable à celui que produisent les marées, n'est venu déranger ce dépôt, depuis qu'existaient les coquilles encore en place. Les dépôts à huîtres des environs de Blaye, les faluns bleus des environs de Dax, ainsi que tous les dépôts marins de la Belgique, semblent être dans le même cas.

§ 2475. **Points plus profonds des mers.** L'abondance des parties d'Astéries et le peu de Lamellibranches et de Gastéropodes que renferment les calcaires à Astéries du bassin pyrénéen nous font croire qu'ils ont dû se former dans des régions bien plus profondes des mers de cette époque.

§ 2476. **Parties terrestres.** La composition zoologique des couches terrestres qui recouvrent les couches marines dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, ainsi que les dépôts analogues du bassin méditerranéen, donnent la certitude que, dans ces trois bassins, il a existé des parties continentales. Ces dépôts lacustres ont remplacé et recouvert les dépôts marins, sur tous les points, dans le bassin anglo-parisien, sur les régions sud du bassin pyrénéen. A Gaas, à Lesbarritz, à Dax, à Saint-Jean-de-Marsac, à Gours, à Abesse, à Guillac (Landes), ils se trouvent isolés et seuls dans le bassin méditerranéen, et paraissent manquer tout à fait en Belgique.

*Dunes.* Ne pourrait-on pas croire que ces amas de sable non stratifié, d'une égale grosseur, et sans corps organisés, qui, par exemple, for-

ment les grès de Fontainebleau et ceux des environs d'Étampes, ont été d'anciennes dunes de la mer tongrienne?

§ 2477. **Oscillations du sol.** La succession régulière que nous voyons exister sur un même point, dans les bassins anglo-parisien et pyrénéen, de dépôts purement marins et de dépôts purement terrestres, nous donne la preuve que des oscillations du sol se faisaient sentir durant cette période géologique. La succession des dépôts terrestres à des dépôts marins exige d'abord, pour que des coquilles terrestres et fluviatiles y aient vécu, que la mer se retire des points qu'elle occupait, et qu'après un laps de temps considérable la salure des eaux ait entièrement disparu de ces lieux. Il a donc fallu un changement de niveau sur ces points, ce qui est le fait des oscillations du sol. Les environs d'Étampes sont instructifs sous ce rapport. On y voit, au-dessus des dernières couches marines de Jeurre et d'Estrechy, une masse considérable de sables sans coquilles marines ni coquilles terrestres. Ces sables, analogues à tous ceux de Fontainebleau, qui, peut-être, formaient ou des dunes de sable, ou, au moins, des déserts autour des dépôts marins, paraissent avoir tout nivelé, à la fin de l'époque marine; car on les voit sur tous les points recouvrir ces dépôts. La manière dont les dépôts lacustres commencent à la côte de Saint-Martin, près d'Étampes, nous montre, aux premières couches, des lignites, puis des dépôts siliceux, contenant des Cérites, des Cyclostomes et des graines de Chara; puis, après plusieurs alternances, des couches contenant seulement des Lymnées et des Planorbes, et plus de Cérites. Pour nous, la présence des Cérites annonce encore un peu de salure dans les eaux qui les nourrissaient, en même temps que des Chara ou des Cyclostomes terrestres étaient amenés par les pluies. Ce n'est qu'après que les eaux ont été entièrement douces que les Lymnées et les Planorbes y ont pu vivre.

§ 2478. **Perturbation finale** (*voy.* partie 26 *b* de notre coupe, *fig.* 595). Nous pourrions voir, dans les dépôts de galets inférieurs aux dépôts faluniens marins de Carry (Bouches-du-Rhône), les traces certaines du mouvement des eaux à la surface de la terre, à la fin de l'étage tongrien et avant les dépôts renfermant des corps organisés de l'étage falunien. Pour nous ces galets, dont nous parlons plus longuement ailleurs (§ 2495), ne sont que les premiers nivellements, dus à la violence des eaux, lors de la perturbation finale de l'époque tongrienne.

D'après la grande surface de galets, d'argiles et de poudingues, qu'on voit entre les dépôts lacustres tongriens du département d'Indre-et-Loire et les dernières couches crétacées, on a également la certitude qu'un mouvement violent de lavage superficiel par les eaux avait précédé les premiers dépôts lacustres de l'étage tongrien.

§ 2479. **Caractères paléontologiques.** Nous ne parlerons ici que des

caractères propres aux espèces. En laissant de côté tous les Animaux vertébrés et annelés de cette époque, encore peu faciles à séparer de ceux de l'étage falunien, avec lequel ils ont été confondus, nous ne nous baserons que sur les restes d'Animaux mollusques et rayonnés que nous avons pu comparer. Nous connaissons, dans cet étage, 428 espèces, dont nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (tome 3, p. 1 et suiv.), les noms discutés, la synonymie, et les principales localités où elles se trouvent. On verra, par exemple, que le très-grand nombre de ces espèces, identifiées à tort, en Belgique et à Dax, avec les argiles de Londres et avec le calcaire grossier de Paris, étaient toutes basées sur de fausses déterminations qui étaient venues, pour ainsi dire, anéantir les données stratigraphiques et embrouiller considérablement la question géologique. Après avoir vu un grand nombre de ces espèces identifiées, nous pouvons affirmer que toutes sont distinctes, et pour nous la Faune de l'étage tongrien de France et de Belgique ne renferme que des espèces spéciales et tout à fait caractéristiques de cet étage.

§ 2480. Aux considérations stratigraphiques, on a vu que tous les points que nous rapportons à l'étage sont dans une position relative semblable, quant à leurs rapports avec les étages inférieur et supérieur. Il nous reste à parler des caractères paléontologiques qui viennent les corroborer. Donnons d'abord la liste des espèces les plus répandues, et les plus propres à identifier les différents bassins, et dont on pourra trouver la répartition dans le *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*.

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| *e a* Cyclostoma elegans antiquorum. | 31 |
| *e c* Rissoa plicata. | 45" |
| *b c d e* Natica crassatina. | 77 |
| *c e* Voluta suturalis. | 153' |
| *c e* — Rathieri. | 153 *a* |
| *c e* Chenopus crassus. | 180' |
| *c e* Pleurotoma Belgica. | 195 |
| — costellaria. | 195 *c* |
| *c e* Fusus subelongatus. | 204' |
| *c e* — cuniculosus. | 204 *d* |
| *b c d e* Cerithium plicatum. | 229 |
| *c d e* — dentatum. | 233 |
| *c e* — elegans | 235 |
| *c e* — sublime. | 232 |
| *c e* Infundibulum striatellum. | 246' |

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| *c e* Dentalium Nystii. | 277 |
| *c e* Venus incrassatoides. | 278 |
| *c e* Cirena semistriata. | 284' |
| *c e* Corbula Henckeliusiana. | 284 *a* |
| *c e* Lucina striatula. | 286' |
| *c d e* Pectunculus subterebratularis. | 289 |
| *d e* — angusticostatus. | 288 |
| *c e* Cardium subtenuisulcatum | 287" |
| *c e* — Raulini. | 287 *a* |
| *c d e* Ostrea callifera. | 291 |
| *b e* — longirostris. | 293 |
| ÉCHINODERMES. | |
| *b e* Scutella striatula. | 298 |

Pour identifier l'époque des dépôts marins de l'étage tongrien de Belgique et des environs de Paris (les espèces précédées d'un *e*), nous avons un grand nombre d'espèces reconnues d'abord par M. Hébert, et dont nous avons pu vérifier l'exactitude. Parmi ces espèces, nous avons cité, dans la liste qui précède, les 22 espèces précédées d'un *c*. Ce nombre pris dans l'ensemble est plus que suffisant, nous le croyons, pour prouver la parfaite contemporanéité, et, nous dirons plus, la communication matérielle qui devait exister sur quelques points aujourd'hui inconnus des mers tongriennes de la Belgique et de Paris. Pour identifier le lambeau d'Alzey, nous avons, sur un très-petit nombre d'espèces comparées, au moins le tiers se trouvant simultanément dans le bassin parisien ; ce sont les 6 espèces précédées d'un *d* dans la liste précédente. Ces espèces nous font arriver à la même conclusion que pour la Belgique. La présence dans les dépôts du bassin pyrénéen du *Natica crassatina*, du *Cerithium plicatum*, du *Scutella striatula* et de l'*Ostrea longirostris*, communs aux environs de Paris, sont les espèces identiques qu'un premier aperçu nous a fait reconnaître positivement, et qui coïncident avec la stratification; ces espèces sont précédées d'un *b* dans la liste précédente. Pour réunir les calcaires d'eau douce des environs d'Aix et de l'Auvergne avec les couches lacustres d'Étampes, outre les identifications d'espèces de Plantes et de Mammifères dues aux recherches de M. Pomel, nous avons encore la présence du *Cyclostoma elegans antiquorum*, qu'on retrouve en Provence et à Étampes. On voit donc que les caractères paléontologiques viennent ici corroborer les limites stratigraphiques de l'étage tongrien, et prouver son indépendance chronologique dans les différents bassins maritimes de cette époque.

§ 2481. **Chronologie historique**. M. Élie de Beaumont place la dislocation de son Système de la Corse et de la Sardaigne à la fin de la période géologique parisienne. C'est alors que se sont anéantis, par les perturbations qu'elle a occasionnées à la surface de la terre, les 69 genres spéciaux à cette époque, et les 1578 espèces déjà décrites dans cette période. Lorsque le calme est revenu sur la terre, lorsque les mers sont rentrées dans leurs lits, sont nées, indépendamment des Animaux vertébrés et annelés, les 428 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés que nous connaissons dans cet étage.

§ 2482. Les continents et les mers ont alors subi plusieurs changements. La mer (*voyez* étage 26 *a* de notre carte, *fig.* 563), dans le bassin parisien, laisse de larges atterrissements vers le nord, et ses limites septentrionales connues s'éloignent beaucoup vers le sud, tandis que la mer s'avance, de ce côté, jusqu'à Étampes, en formant un cercle autour de Paris. Dans le bassin pyrénéen, la mer recouvre presque les mêmes limites septentrionales, en laissant un étroit atterrisse-

ment au nord-ouest de Blaye ; mais, de même que dans le bassin anglo-parisien, elle s'étend considérablement vers l'est et le sud, d'un côté jusqu'à Libourne, de l'autre jusqu'à Dax. En Belgique, l'atterrissement paraît avoir eu lieu dans les mers vers le sud, tandis que les mers tongriennes se sont avancées vers le nord-est jusqu'au Limbourg et aux environs de Maestricht.

§ 2483. Les continents s'accroissent donc au nord et au sud du continent belge, d'un côté en Belgique, de l'autre dans le bassin anglo-parisien, d'abord de l'atterrissement de la région nord des environs de Paris, et peut-être de toutes les mers tertiaires antérieures de l'Angleterre, puisque les mers tongriennes y sont inconnues. Il en serait de même du bassin méditerranéen, où nous ne connaissons pas encore la Faune marine de cette époque. Dans le bassin pyrénéen, les continents auraient perdu une assez vaste surface orientale et méridionale des parties surélevées pendant les dépôts parisiens.

Les Animaux marins de cette époque, quoique très-voisins, génériquement parlant, de ceux de la Faune falunienne, s'en distinguent tous spécifiquement. En séparant de la Flore miocène de M. Brongniart les Plantes fossiles des meulières et des grès supérieurs des environs de Paris, et les Plantes des environs d'Aix, on aura la liste suivante, à laquelle, peut-être, il faudra joindre les Plantes fossiles d'Armissan, près de Narbonne :

**Cryptogames acrogènes.**

Chara medicagula, Brong. Paris.

**Monocotylédones.**

Carpolithes thalictroides, Brong. Paris.

GRAMINÉES.

Culmites anomalus, Brong. Paris.

PALMIERS.

Flabellaria Lamanonis, Brong. Aix.
Endogenites didymosolen, Spreng. Paris.

**Dicotylédones gymnospermes.**

Glyptostrobites Parisiensis, Brong. Paris (Muscites squamatus, Brong. Prod.).
Podocarpus macrophylla, Lindl. Aix.

**Dicotylédones angiospermes.**

LAURINÉES.

Laurus dulcis? Lindl. Aix.

NYMPHÉACÉES.

Nymphæa Arethusæ, Brong. Paris.

Nous figurons ici une espèce de cette Flore (*fig.* 596).

Les oscillations du sol ont existé pendant cette époque (§ 2477), qui paraît, d'après la puissance des couches, avoir eu une très-longue durée. La dislocation du *Système* de *l'île de Wight*, du *Tatra*, du *Rilo-dagh* et de l'Hæmus, que M. Élie de Beaumont fait arriver *à la fin de cette époque*, aurait, par la perturbation qu'elle a causée à la surface de la

terre, occasionné le mouvement des eaux, dont nous avons des traces (§ 2478), qui aurait terminé cette période, en anéantissant les 428 espèces





*Fig.* 596. Glyptostrobites Parisiensis.

marines qui nous sont connues. Nous aurions donc encore ici la perturbation géologique comme moteur, les traces du mouvement des eaux qu'elle aurait amené ; et, pour résultats visibles de cette révolution, l'anéantissement de la Faune.

SECOND SOUS-ÉTAGE : SUPÉRIEUR OU : **FALUNIEN.**

*Première apparition* des ordres de Mammifères amphibies, insectivores, édentés et ruminants ; des Reptiles batraciens (Grenouilles) ; des Crustacés amphipodes ; des Mollusques nucléobranches ; des genres ***Mastodon***, ***Ursus***, ***Rhinoceros***, ***Tapirus***, ***Coluber***, ***Rana***, ***Ranella***, ***Dolium***, ***Tridacna***, ***Trochopora***, ***Corallium***, ***Polystomella***.

*Règne* des genres *Pterodon*, *Hyænodon*, *Aspidonetes*, *Alosa*, *Portunus*, *Astacus*, *Rissoina*, *Chenopus*, *Cupularia*. *Astrangia*, *Hauerina*, *Dimorphina*.

*Zone* des ***Megasiphonia Aturi***, ***Ringicula buccinea***, ***Cypræa coccinelloides***, ***Oliva Dufresni***, ***Ancillaria glandiformis***, ***Voluta Lamberti***, ***Murex subtrunculus***, ***Terebra pertusa***, ***Cassis Rondeleti***, ***Cardita Jouaneti***, ***Arca subdiluvii***, ***Terebratula perforans***, ***Clypeaster altus***, ***Astrea acropora***, etc., etc.

§ 2484. **Dérivé du nom.** Au milieu de cette multitude de dénomina-

tions diverses sous lesquelles l'étage a été désigné, suivant sa composition minéralogique ou suivant les lieux, nous avons cru devoir adopter le nom de *Falunien*, qui, pris d'une dénomination vulgaire de l'étage, ne fait qu'en renfermer une des formes les plus communes et les plus utiles; seulement nous lui avons donné une terminaison euphonique analogue à celle de *Carboniférien*, etc., etc.

§ 2485. **Synonymie.** C'est une partie des *Terrains tertiaires moyens* (*miocènes*), *faluns*, *meulières*, de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont; l'*Étage des mollasses*, l'*Étage des faluns* et l'*Étage du crag*, de M. Cordier; l'*Étage moyen des terrains supercrétacés* de M. Huot; partie des *terrains clysmiens détritiques*, et les *terrains izémiens thalassiques* de M. Brongniart; le *Superior order* de M. Conybeare; le *Terrain nymphéen moyen* et le *Terrain tritonien* de M. d'Omalius d'Halloy; partie de la *Période miocène* de M. Lyell; les *Faluns de la Touraine*; les *Faluns* et la *Mollasse* des auteurs; le *Calcaire moellon* de M. Marcel de Serres; le *Grès coquillier* et le *Nagelflue* de M. Studer; les *Tertiaires guaranien* et *patagonien* d'Orbigny (Amérique méridionale); les *Systèmes diestien, campinien* et *scaldisien* de M. Dumont; les *terrains tertiaires marins inférieur* et *supérieur* de M. Eugène Raspail; les *Mollasses* et le *Terrain tertiaire supérieur* de M. Mathéron; les *Mollasses marines* de M. Gras; les *Faluns jaunes* de Bordeaux et de Dax, de M. Grateloup; le *Crag à polypiers*, le *Crag rouge* de Suffolk, et l'*ancien Crag* de Norwich, de M. Lyell; les *Terrains quaternaires* de M. Desnoyers; le *Calcaire grossier*, l'*Oolithe* et le *Calcaire à Cérites*, de M. Dubois de Montperreux (Podolie).

*Type français*, à Manthelan, à Pontlevoy, à Doué, à Léognan, à Saucats, à Salles, à Mérignac, à Montpellier, à Salons, à Carry; *type anglais*, le crag du Suffolk; *type belge*, le crag d'Anvers; *type piémontais*, la colline de Turin; *type autrichien*, les environs de Vienne; *type américain*, les environs d'Easton (Maryland) (États-Unis), etc.

§ 2486. **Extension géographique** (*voyez* étage 26 *b* de nos cartes, *fig.* 563). Nous ne placerons pas ici toutes les couches alluviales et superficielles du sol, dont l'âge est plus ou moins contestable, mais seulement les grands dépôts géologiques marins ou d'eau douce, dont la position stratigraphique, ainsi que les fossiles qu'ils renferment, ne peuvent laisser de doute sur leur âge chronologique.

§ 2487. Nous ne pouvons plus, pour cet étage, nous servir des mêmes circonscriptions géographiques, car les parties françaises du bassin marin anglo-parisien se sont entièrement comblées, à l'époque précédente; et quant à la France, il est plus logique de nous servir, pour la partie marine encore existante, du nom de *bassin ligérien*; car les dépôts marins se concentrent, pour ainsi dire, dans la grande dépression

que forme aujourd'hui le bassin de la Loire. Nous allons donc nous occuper, d'abord, du bassin ligérien, où les parties marines, débris des mers de cette époque, échappés aux révolutions géologiques, ne forment plus que des lambeaux disséminés çà et là sur une extension géographique comprise de l'est à l'ouest, entre Loing (Loir-et-Cher) et les environs de Dinan (Côtes-du-Nord), d'un côté, et de l'autre, du nord au sud de Dinan, jusqu'à la Vendée. Voici, du reste, la liste de ces lambeaux, d'après les travaux de MM. Desnoyers, Dujardin, Toulmouche, Rivière, Ponceau, etc., et d'après nos recherches personnelles : dans le département de Loir-et-Cher, on en voit d'abord un assez vaste lambeau, qui s'étend de l'est à l'ouest à Loing, à Fresnes, à Contres, à Saint-Aubin, et deux autres petits à l'ouest, l'un près de Pontlevoy, et l'autre à Thenay; dans Indre-et-Loire, d'abord au sud de Tours, entre l'Indre et la Vienne, où l'on voit plusieurs lambeaux, à Ferrière Larçon et à Cussay : d'autres assez près, à l'est de Sainte-Maure, sur les communes de Bossée, de Manthelan, du Louroux, de Louans, et de Sainte-Catherine-de-Fierbois. Un petit lambeau existe au nord de Tours, à l'ouest de Sablançay, et bien plus à l'ouest s'en retrouvent encore d'autres, autour de Savigné, de Courcelles, de Channay, de Saint-Laurent, de Meigné-le-Vicomte, et des Cléons ; dans les Deux-Sèvres, M. de Vielbanc en a reconnu un petit lambeau au sommet du mamelon crétacé de Tourtenay. Dans Maine-et-Loire, on en voit encore des lambeaux, auprès de Saumur, au Coudray, à Antoigné, aux environs de Doué, à Saint-Clément-de-la-Place, à Thorigné, à Saint-Georges, à Brigné, à Grezillé, à Notre-Dame-de-Louresse, à Ambillon, à Chavaignes, à Tigné, à Aubigné, autour de Gonnord, de Joué, au Champ, et près des Alleuds ; au nord d'Angers, un lambeau se montre à Sceaux ; dans la Vendée, il en existe à la Grande-Chevrière et à la Gariopière. On en connaît encore dans la Loire-Inférieure, aux environs de Nantes, aux Cléons, à Saint-Colombin, près de Châteaubriant, à Arton ; aux environs de Nort, à Saffré, à Cambon, près de Savenay ; près de la Roche-Bernard, à Sainte-Reine, à Saint-Liphard. Dans la Mayenne, il en existe à Saint-Laurent-des-Mortiers ; dans l'Ille-et-Vilaine, auprès d'Argentré, dans la forêt Duperte, à Saint-Jacques, et à Saint-Grégoire, près de Rennes, à l'est de Gahard, à l'ouest de Fens, à Trémeheuc, à Chaussèvre; dans les Côtes-du-Nord, entre Dinan et Bécherel, et à Saint-Juvat, près de Dinan.

Le second bassin maritime français de cette époque est le bassin pyrénéen, encore resté à peu près dans les mêmes parages. C'est peut-être le plus connu par le nombre considérable d'espèces de coquilles qu'il renferme, étudiées, tour à tour, par MM. Jouannet, Bastérot, Grateloup et des Moulins. Les points où les dépôts marins sont le mieux caractérisés se trouvent d'abord en lambeaux à l'ile d'Oléron, auprès du phare de

Saint-Pierre, où M. d'Orbigny père les a découverts. Ils reprennent ensuite dans la Gironde, au sud de Bordeaux, où les localités célèbres de Labrède, de Léognan, de Saucats, de Saint-Médard, de Salles, de Mérignac, de Gradignan, de Martillac, se montrent, pour témoigner de la grande extension de ces dépôts, qui reparaissent aux environs de Dax, où ils ont été si bien étudiés par M. le docteur Grateloup; on les reconnaît, en effet, au moulin de Cabanière, à Dax, à Saint-Paul, aux Cabannes, à Mainot, à Saubrigues, à Saint-Jean-de-Marsac, à Cazorditte, à Castelcrabe et à Mugron, etc., etc.

Le bassin méditerranéen est également bien circonscrit à cette époque On en connaît des dépôts marins dans l'Hérault, aux environs de Montpellier, où ils ont été étudiés par M. Marcel de Serres. Les plus belles localités sont à Boutonnet, près de Montpellier, dans la vallée du Château-d'Eau, aux buttes de Marennes, au nord de Pézénas, et à Mousson. On retrouve l'étage dans le Gard, à Sommières, à Villeneuve-lez-Avignon, au Pont-Saint-Esprit; dans les Bouches-du-Rhône, sur la côte, en dehors de Martigues, à la Couronne, à Carry, où M. Honoré-Martin a recueilli tant d'espèces; au plan d'Aren, à Rognes, à Lambesc, à Salon, à Lançon, à Aix, à Saint-Cannat, au bord de l'étang de Valduc, à Barbentanne, à Foz; dans le département de Vaucluse, à Vedènes, aux Anglès, près d'Avignon, à Bollène; aux environs de Gigondas, au plateau de Saint-Amand, au village de Maseou, à Vasquiéras, à Beaumes, à Caromb; dans la Drôme, à Saint-Paul-Trois-Châteaux, à Suze, à Montségur, à Saint-Jean-de-Royan, à Saint-Just, à l'est de Saint-Restitut, à Clansayes. La continuation des mêmes dépôts, suivant les recherches de M. Scipion Gras, se voit dans les Basses-Alpes, à Cereste, au mont Justin, à Reillanne, et se continue au nord-est, en passant par Lincel, Saint-Michel, jusque bien au delà de Forcalquier. Un autre lambeau se voit au sud-est, à Sainte-Tulle, en passant par Manosque, jusqu'à Volve. D'autres suivent la direction du nord-nord-est, et se remarquent à Ganagobie, à Peyruis; et une bande commence à Volonne, Sourribes, Baudument, Abron, Melan et Saint-Lambert. Deux autres petits lambeaux se voient au sud-ouest de Digne, à Gaubert et auprès de Mezel, à Châteauredon, à Tanaron. On voit l'étage dans l'Isère, à Voreppe, à Voiron, à Proveysieux, d'après M. Gras; dans l'Ain, à Bourg, à Romaigneu, à Saint-Martin de-Bavel, à Seyssel, à Chanay; dans la Savoie, aux bords nord-ouest du lac du Bourget; en Suisse, au canton de Fribourg, au mont Molière, à Vavey, près du lac de Neufchâtel; au canton de Neufchâtel, à la Chaux-de Fonds, à Saint-Gall; dans le canton de Vaud, à Sainte-Croix; dans le canton de Berne, à Utzigen, sur les pentes du Buchelberg, vers Messen. En Argovie, M. Studer l'a rencontré à Brittnau, près de Zofingen.

La continuation des lambeaux de la Provence se voit encore, d'un côté, dans le Var, à Jeannet, à 28 kilomètres au nord-est de Grasse, à Tourrettes-lez-Vence, à Vence et à Pegomas, à Biot, près d'Antibes, à Fréjus, entre Fréjus et Saint-Raphaël, où nous l'avons reconnu sur des fossiles envoyés par MM. Astier et Mouton ; dans le comté de Nice et en Piémont, aux collines de Turin, à Dertona, au Castel-Nuovo, à Rivalba, à Sainte-Agathe, près de Tortona, si habilement étudiés par MM. Sismonda, Gastaldi, Michelotti et Bellardi ; dans l'île de Corse, à Bonifacio, à Balestro, à Santa-Mouza, à Ajaccio, à Fontana-Canna, à Tumazza ; à Civita-Vecchia ; de l'autre, en Catalogne et dans le royaume de Grenade, en Espagne ; en Portugal, dans les environs de Lisbonne, sur le Tage.

La continuation de ce même bassin méditerranéen se retrouve en Algérie, près d'Alger, d'Oran, au désert de Sahara ; dans l'île de Sardaigne, dans l'île de Malte ; sur quelques points de l'Italie, à Schio, à Polsagno (Vicentin) ; sur une infinité de points de la Grèce, surtout dans la plaine d'Argos ; dans les îles de Spezzia, de Crète et de Caprée. En Morée, dans la Turquie d'Europe, M. Viquesnel l'a rencontré dans les vallées des principaux affluents du Danube, où cet étage forme des terrasses qui accompagnent le cours de la Save, du Koloubara et du Danube. Le Taurus en montre entre Bostaneson et Selefke, où M. de Tchihatcheff l'a trouvé. En Autriche, dans le bassin de Vienne, si bien exploré par MM. de Hauer et Partch, à Steinabrunn, à Gaimfarem, à Nussdorf, à Anzerfeld, à Baden, à Neustadt, à Saraxadat, à Piesting, à Brunn, à Ebersdorf, à Enzersdorf, à Aralsee, etc. ; dans la plus grande partie de la Styrie, d'après M. Boué, d'où il se prolongerait dans les plaines de la Hongrie, dans le centre de la Carinthie, et dans la Croatie ; dans la Gallicie, à Lemberg ; dans la Pologne, à Zuckouce, à Warowe, à Poczacow ; dans la Crimée ; dans la Bessarabie, à Kichinev, à Doutchina, sur le Dniester, à Neukoustantinow, à Tessow, à Gregoriopol ; dans la Podolie, à Krzemiemia, à Kamionka, à Tarnaruda ; dans la Volhynie, à Szuskowce, près de Bialozurka, à Jukowce, à Bilca, à Salisze.

Un bassin spécial, qui paraît avoir sa continuation en Belgique, commence en Angleterre, où il couvre une partie du Suffolk et du Norfolk, et est connu sous le nom de *Crag*. M. Lyell, qui l'a parfaitement étudié, le divise en quatre parties successives, en commençant par les couches inférieures de ces quatre divisions. Nous croyons que les trois inférieures, le *crag à polypiers*, le *crag rouge de Suffolk*, et l'*ancien crag de Norwich*, dépendent de cet étage, comme nous l'avons indiqué dans la synonymie. Les principales localités sont Portwick, Thorpe, Valton, Holywell, Bramerton, près de Norwich, Malden, Ramsholt, Alorough, Barodsoy. La continuation de ce bassin marin se retrouve, avec le même facies, en

Belgique, principalement aux environs d'Anvers, au Calloo, à Stuyremberg, à Herenthals.

Voici encore des parties où cet étage paraît exister : dans la Hesse, à Cassel, étudiées par M. Philippi ; peut-être doit-on y réunir encore le bassin de Mayence, si toutefois il ne dépend pas de l'étage tongrien. D'après M. Murchison, il existe encore, en grandes surfaces, dans la Transylvanie, tout autour de la mer Noire, dans la Valachie, la Moldavie, la Bessarabie et la Tauride. Une autre vaste étendue existerait à l'est de la mer Caspienne, etc.

D'après les savantes recherches de MM. Conrad, Morton, Lea et Lyell, une grande surface, dans les États-Unis d'Amérique, borderait l'océan Atlantique, principalement dans le New-Jersey, à Comberland-County ; dans le Delaware, dans le Maryland, Saint-Marys-River, Paluxent-River, Colvert-Cliff, à Easton, Charlotte-Hall, à Choptank, Wye-Mills, Madborough, etc. ; dans la Virginie, à l'île de Wight, à Petersburg, Queen, Suffolk, Nansemond County, Yorktown, Smithfield, Cyts-Point, Williamsburg, Poncunkey-River, James-River, à Yorktown, Smithfield, Urbanna, Gloucester : dans le Lancaster et dans le Nord-Carolina, à Wilmington, Neuse-River, Newbern, Washington, Beaufort-County, Dublin; dans le Craven, dans le Cumberland, à Stow-Creek.

D'après nos recherches particulières, nous voyons cet étage, dans l'Amérique méridionale, occuper une vaste surface à l'ouest des Andes, depuis la côte de Feliciano, province d'Entre-Rios, jusqu'à l'extrémité de la Patagonie ; il est surtout visible dans la république Argentine, à Feliciano, à Punta-Gorda et à la Bajada de Santa-Fé (province d'Entre-Rios); il reparaît en Patagonie, près de la Bahia de San-Blas, occupe les falaises du nord et du sud du Rio-Negro, et ensuite toute la côte, à l'Ensenada de Ros, la péninsule et la baie de San-José, et d'après M. Darwin, le port Saint-Julian, le port Désiré, et les bords de la rivière de Santa-Cruz. Au versant opposé, M. Darwin l'a observé sur la côte du Chili, à Navidad, dans l'île de Huafo de la Mocha, d'Ypun, dans l'archipel de Chonos, à l'est de Chiloé, à Coquimbo (Chili), à Payta (Pérou), dans les îles Galapagos D'après les savantes recherches du capitaine Grant, l'étage, parfaitement caractérisé, formerait une lisière méridionale près de la côte de toute la province de Cutch, dans les Indes orientales; les plus riches localités en fossiles sont Soomrow, Cheeosir, Joonagrea et Kotra. M. Walter Mantell l'a découvert à Middle-Island (Nouvelle-Zélande).

Maintenant que nous avons donné l'extension des couches marines, nous allons citer rapidement quelques points où se trouvent les dépôts lacustres qui paraissent dépendre de cette même époque : les environs *d'Agen* (Lot-et Garonne), Monpazier et Beaumont (Dordogne) ; les en-

virons d'Auch, et principalement le célèbre dépôt de Sansan, exploré par M. Lartet; Mandillot, Saint-Paul, Mainot (Landes), la Caunette, Saint-Chinian (Hérault), Cucurron (Vaucluse), etc., etc.; dans l'Indoustan, le sud des monts Himalaya, entre le cours du rapide Setledge et du Brahmapoutre; en Birmanie, le bassin de l'Iraouaddy, dont M. Cautley a décrit l'admirable Faune terrestre.

§ 2488. **Stratification** (*voy.* étage 26 *b* et 26 *c* de notre coupe, *fig.* 595). Après tout ce qui a été dit sur l'âge relatif de l'étage falunien, nous n'aurons pas beaucoup à insister pour prouver qu'il est postérieur à l'étage tongrien. Lorsque, dans le bassin parisien, on poursuit au dehors la formation d'eau douce que nous avons vue, à Étampes, recouvrir la formation marine (§ 2471). on voit, sur quelques-uns des points où nous avons signalé cet étage, dans les départements de Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire, notamment à Pontlevoy, à Savigné et à Louans, les premiers dépôts de faluns reposer immédiatement dessus. On reconnaît même que ces dépôts lacustres, certainement consolidés, ont été souvent percés par les Pholades et autres coquilles perforantes de l'étage falunien, comme à Pontlevoy; ainsi, de ce côté, les faluns ont évidemment succédé à l'étage tongrien. Dans le bassin pyrénéen on voit, de même, les faluns jaunes succéder régulièrement, autour de Bordeaux, comme à Dax, et surtout à Saint-Justin, aux dernières couches de calcaires à Astéries ou de faluns bleus. La même superposition existe en Belgique; aussi ne reste-t-il aucun doute sur la succession régulière et chronologique de l'étage falunien sur l'étage tongrien.

§ 2489. Les caractères stratigraphiques différentiels qui distinguent l'étage falunien de l'étage tongrien ont été énumérés à l'étage précédent (§ 2469). Nous n'avons donc plus qu'à rechercher les limites stratigraphiques supérieures de l'étage. Ces limites sont marquées par des discordances de toutes sortes. D'abord M. Élie de Beaumont place, entre cet étage et l'étage subapennin, son système des Alpes occidentales, dont la dislocation est dirigée du S. 26° O. au N. 26° E., et qui a isolé les couches faluniennes sur toutes ces parties du bassin méditerranéen. Voici, du reste, encore, les nombreuses discordances d'isolement qui existent en France, et prouvent des allures distinctes entre les étages falunien et subapennin. On trouve l'étage falunien isolé sans l'étage subapennin, d'abord sur tous les nombreux points du bassin ligérien (§ 2487), où, sans exception, les dernières couches faluniennes ne sont recouvertes par aucun dépôt subapennin marin. Il paraît en être de même dans tout le bassin pyrénéen, où, jusqu'à présent, les dépôts faluniens de Bordeaux et des Landes sont encore les derniers dépôts marins. On peut dire la même chose des dépôts marins des départements du Gard, de Vaucluse, de la Drôme, des Basses-Alpes, de l'Ain, de tous les points de la Savoie

et de la Suisse, et du bassin méditerranéen. Le même fait existe en Corse, et sur une infinité de localités qu'il est inutile de mentionner ici, ce que nous venons de dire étant suffisant pour prouver qu'il y a eu entre l'étage falunien et l'étage subapennin, dans la circonscription des mers, un grand changement qui correspond à la discordance la plus complète et la plus tranchée, discordance parfaitement en rapport avec les limites des Faunes respectives que ces deux étages renferment sur les points isolés. On trouve, de plus, l'étage subapennin isolé, sans l'étage falunien, dans les Pyrénées-Orientales, ce qui prouve encore, dans les deux étages, la complète indépendance d'allures qui les distingue parfaitement.

§ 2490. **Déductions tirées de la position des couches.** En étudiant les petits lambeaux de cet étage disséminés sur tout le grand bassin de la Loire et sur une partie de la Bretagne, depuis le département de Loir-et-Cher jusqu'aux Côtes-du-Nord, la presque horizontalité des couches et l'analogie complète des Faunes qu'elles renferment démontrent bientôt que ces lambeaux sont les restes d'un seul et même tout, qui devait constituer une mer, dont les gigantesques dénudations postérieures, produites par les eaux, n'ont plus laissé que quelques parcelles. Les parties existantes de ce bassin marin, comparées, en effet, aux parties dénudées qui les séparent, ne sont plus, en surface, que dans le rapport d'un à cent. Il a donc fallu que ces dépôts, d'abord répandus sur toute la surface renfermée par ces lambeaux, aient été ensuite enlevés sur les *quatre-vingt-dix-neuf centièmes* de leur surface première. C'est peut-être l'un des faits les plus curieux et les plus concluants pour prouver qu'avec une impétuosité inconnue dans les causes physiques ordinaires les eaux ont balayé la surface de ces contrées pendant assez longtemps, pour qu'en deux époques géologiques seulement elles aient pu enlever une surface aussi considérable; car il ne faut pas oublier qu'il n'y a eu, depuis que ces mers existaient, jusqu'à nous, que la perturbation finale de cette même époque, et la perturbation finale de l'étage subapennin, qui a précédé notre arrivée sur la terre. Nous ne saurions donc trop insister sur ce morcellement très-important, la preuve la plus évidente que nous puissions donner du mouvement des eaux qui, d'après tous les faits existants, paraît avoir marqué la fin de chaque grande époque géologique, plutôt que des changements de température ou de milieux d'existence (§ 160 à 171), que les recherches géologiques nous dénotent n'avoir pas existé.

Dans le bassin pyrénéen, la disposition des couches prouve qu'elles ne sont pas dans une nouvelle mer spéciale à cette époque, comme il arrive pour le bassin ligérien; mais que, comme pour les époques précédentes, elles se sont déposées dans un bassin préexistant, qui *s'étendait* de Léognan (Gironde) jusqu'au sud de Dax (Landes), et

remplissait tout l'intervalle. Les parties des faluns qu'on retrouve sur beaucoup de points sont encore dans la position qu'elles occupaient lors de leur dépôt, n'ayant nullement été dérangeés depuis, si ce n'est qu'elles ont également subi l'effet de nombreuses dénudations

§ 2491. A côté de ces bassins morcelés, ou, pour ainsi dire, intacts, existant dans l'ouest de la France, où les dislocations du sol sont bien plus anciennes, que trouvons-nous en Provence, dans le grand bassin méditerranéen ? Ici aucune couche n'est intacte ; toutes ont plus ou moins subi l'influence de dislocations postérieures du sol, qui, d'horizontales qu'elles étaient, les a placées sous toutes les inclinaisons, depuis la ligne presque horizontale jusqu'à la verticale. C'est ainsi que nous les avons observées à Carry, et sur une infinité de points des Alpes ou de la Provence. On voit donc, en résumé, dans les bassins ligérien et pyrénéen, des couches qui ont à peine subi quelque dérangement depuis leur dépôt, tandis qu'en Provence et dans les Alpes elles ont certainement subi l'effet immédiat de dislocations postérieures. Soit par les dénudations, soit par le manque de parallélisme, on y retrouve les traces certaines d'une révolution géologique. La discordance complète des couches de cet étage avec les couches crétacées qui les supportent annonce que les terrains crétacés avaient antérieurement éprouvé en Provence les effets d'une dislocation considérable.

§ 2492. **Composition minéralogique.** Nous citerons comparativement quelques points pour arriver à des conclusions ultérieures. Voyons d'abord le bassin ligérien. Aux Cléons, près de Nantes, on trouve, aux parties inférieures, un calcaire friable, composé particulièrement de nombreux Bryozoaires brisés, en couches horizontales ; au-dessus des petits cailloux, des couches calcaires à Bryozoaires, des huîtres mêlées de cailloux roulés, des calcaires à Bryozoaires et à Térébratules ; le tout recouvert de cailloux roulés et d'huîtres. A Lepmes (Indre-et-Loire), les couches de faluns composées de coquilles, les unes intactes, les autres roulées, mélangées de sable, de petits cailloux, le tout friable. Ici ces faluns forment, entre des lits horizontaux, de petits lits inclinés en sens inverse, et superposés les uns aux autres, comme ceux que nous avons décrits à Auvers (§ 2442) Sous les faluns de la Touraine, quand on arrive aux couches inférieures, on trouve, sur beaucoup de points, des calcaires jaunes entièrement composés de Bryozoaires, comme ceux des Cléons. Cette couche à Bryozoaires est surtout commune dans le département de Maine-et-Loire, à Louvisse, à Chavaignes, où les couches sont souvent formées de lits inclinés en sens divers, alternant avec des lits horizontaux, produits par les courants, comme ceux des faluns. Les couches inférieures ont généralement des cailloux et des fossiles crétacés remaniés. Dans le bassin pyrénéen, on trouve à Saucats,

d'après M. Dufrénoy, d'abord une mollasse composée d'un calcaire à ciment cristallin, empâté d'une grande quantité de débris marins ; puis des marnes coquillières friables, qui passent vers les parties supérieures à des faluns composés de sable jaune, renfermant beaucoup de coquilles intactes non roulées, et souvent avec les deux valves. On voit, d'après M. Delbos, entre les faluns jaunes de Saucats et ceux de Mérignac, qu'il s'est déposé une couche lacustre, visible à Saucats, à Labrède, à Mérignac. Dans le bassin méditerranéen, aux environs de Montpellier, d'après M. Marcel de Serres, on trouve, aux parties inférieures, des marnes sablonneuses à coquilles marines, des marnes brunes, des marnes bleues à coquilles marines et fluviatiles ; au-dessus sont des roches calcaires de sable et de marne, que M. Marcel de Serres appelle *Calcaire-moellon*. Les couches les plus supérieures sont formées de sable. A Carry (Bouches-du-Rhône), où l'on peut, dans des coupes naturelles, au bord de la mer, suivre toute la formation, depuis les couches les plus inférieures, voici ce que nous avons trouvé : d'abord, au Rouet-de-Carry, des couches de poudingues fortement inclinées, formées de galets enlevés aux couches néocomiennes sur lesquelles elles reposent en couches discordantes, mélangés à ces cailloux noirâtres dits cailloux de la Durance ou de la Crau ; sur ces poudingues, une série d'alternance de couches de mollasse calcaire et d'argiles rouges, de sables purs, de sables argileux durcis et d'une roche composée de cailloux avec coquilles. Les coquilles de toutes ces couches n'y sont pas roulées, mais, au contraire, souvent entières ou même dans leur position normale d'existence. A Vence, près de Grasse, comme en Corse, ce sont des calcaires entièrement formés de débris marins et contenant un grand nombre d'Échinides, surtout des *Clypeaster*. La grande variété de composition minéralogique de cet étage prouve que, comme les mers actuelles, il était soumis à toutes les influences diverses des causes actuelles (§ 78 à 108).

§ 2493. **Puissance connue.** L'épaisseur de l'étage est très-variable suivant les lieux. On trouve les dépôts les plus épais dans le bassin méditerranéen. Dans le département de Vaucluse, M. Eugène Raspail lui a reconnu jusqu'à 200 mètres. Sur quelques points des Basses-Alpes, M. Scipion Gras y a trouvé jusqu'à 300 mètres de puissance ; ce qui, avec le nombre considérable de débris d'animaux marins des autres bassins, annonce une longue durée de cette époque remarquable, la plus riche de toutes, jusqu'à présent, en corps organisés fossiles.

§ 2494. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Sur ce sujet, non-seulement chaque bassin, mais aussi chaque localité pourrait nous donner des déductions curieuses, pour prouver que *tous les faits* actuels existaient dans les époques passées, où les mers et

les continents étaient soumis à toutes les causes physiques d'aujourd'hui. Nous en citerons seulement quelques exemples pris entre mille.

§ 2495. **Mouvement violent des eaux au commencement de l'époque falunienne.** Suivant le résultat des faits, nous avons dit que chaque époque a dû commencer par des dépôts formés, même pendant l'agitation des eaux, des parties les plus pesantes des matériaux sédimentaires qui existaient dans les bassins nouvellement formés. Les bassins méditerranéen et ligérien nous en donnent la preuve. Quand on considère, par exemple, la composition des premières couches du Rouet-de-Carry (Bouches-du-Rhône), il est impossible d'en douter un instant. Les énormes cailloux de calcaire néocomien, évidemment enlevés sur le même point à cet étage, sur lequel il repose, ainsi que les nombreux galets de la Durance, semblables à ceux de la Crau, qui les accompagnent, prouvent non-seulement que le mouvement des eaux a déposé les débris voisins pris aux roches sous-jacentes, mais encore qu'il en a apporté de loin pendant ce mouvement général. Le même fait paraît exister sur beaucoup de points de la Provence. On voit clairement que ces premiers dépôts ont même précédé l'animalisation de l'époque, puisqu'ils ne sont mélangés à aucun corps organisé Les corps organisés remaniés à l'état fossile, qu'on trouve ailleurs, nous donnent encore la preuve de ce mouvement; on en voit surtout un exemple remarquable près de Clansayes (Drôme), où l'on trouve des Ammonites et beaucoup d'autres coquilles de l'étage crétacé albien remaniées dans les sables jaunes de l'étage falunien. Dans la Touraine et dans le Maine, nous avons remarqué des faits analogues. Souvent les couches inférieures renferment un plus grand nombre de galets que le reste, et l'on y remarque, comme aux environs de Doué, ainsi que l'a observé M. Ponceau, que ces premières couches déposées renferment des *Ostrea columba* de l'étage cénomanien, remaniées à l'état fossile dans l'étage falunien.

§ 2496. **Points terrestres.** Les parties terrestres, soit isolées, soit superposées ou même intercalées entre des couches marines, se remarquent sur beaucoup de points différents de la France, et nous en citerons seulement quelques-unes. Peut-être doit-on rapporter à cette époque cette vaste surface comprise entre Albi et Castres; mais pour les localités de Mandillot, de Saint-Paul, de Mainot (Landes), et surtout celles de Saucats, de Labrède et de Mérignac, il ne peut exister de doutes, pas plus que pour les calcaires lacustres contenant des Lymnées et des Planorbes aux environs de Montpellier. On trouve des coquilles terrestres (Hélices) et des ossements de Mammifères, avec les coquilles marines des faluns de la Touraine; ce qui annonce que des affluents terrestres y venaient verser leurs eaux et apportaient ces restes d'animaux terrestres. Nous avons remarqué sur les bords du Rio-Negro, en Patagonie, entre

les bancs que forment les grès ces empreintes physiques des ondulations laissées par la mer lorsqu'elle se retire; elles sont, là, des plus communes et des mieux marquées.

§ 2497. **Points sous-marins voisins des côtes ou peu profonds.** La grande abondance de coquilles de Gastéropodes et d'Acéphales, qu'on rencontre réunies dans toutes les falunières de la Touraine, dans le bassin ligérien, aux environs de Bordeaux, de Dax, dans le bassin pyrénéen et dans les calcaires ou les sables de Carry (Bouches-du-Rhône), et dans le bassin méditerranéen, annonce, non des dépôts côtiers faits sur le littoral, comme quelques auteurs l'ont pensé, mais bien des dépôts formés dans une mer peu profonde au-dessous du balancement des marées. Les couches horizontales des faluns, ou même les petits lits inclinés qui les séparent, dénotent des dépôts non formés sous l'influence de la vague, dont l'effet est de tout mélanger sans laisser de couches ni de lits proprement dits. Pour nous, en jugeant par comparaison, les dépôts de Léognan, de Saucats, se sont formés dans une mer tranquille, au-dessous des marées, tandis que les dépôts de faluns de la Touraine ont été charriés par de violents courants, qui ont même plusieurs fois changé de direction, ce qu'annonce l'inclinaison en sens inverse des petits lits de dépôts de sable falunien. Le même fait existe dans le Suffolk, en Angleterre.

**Points profonds des mers faluniennes.** Nous avons vu, dans les causes actuelles, que les Mollusques bryozoaires, les Brachiopodes, et quelques Échinodermes vivaient toujours dans des zones spéciales profondes, et en même temps soumises à des courants. Ces résultats, appliqués aux causes passées, nous prouvent que ces nombreuses couches de calcaire, composées presque entièrement de Bryozoaires, qu'on trouve aux Cléons, à Chavaignes, aux environs de Doué, au-dessous des faluns, à Manthelan, et sur une infinité de points du bassin ligérien, ont dû être déposées dans des parties profondes des mers, soumises néanmoins à l'action des courants; car les débris forment encore des lits inclinés, comme ceux que nous avons décrits dans les étages bathonien (§ 2000), corallien (§ 2075) et parisien (§ 2442). Les couches à Échinides de Vence, de l'île de Corse et de la Sardaigne sont encore des dépôts profonds sous-marins d'une autre nature.

§ 2498. **Oscillations du sol.** Deux circonstances de dépôt nous démontrent que les oscillations du sol existaient durant l'époque falunienne: d'abord, le changement brusque de nature de dépôt que nous avons signalé sur quelques points du bassin ligérien. Lorsque nous voyons, par exemple, à Manthelan, des couches de calcaire, où l'on ne trouve que des Bryozoaires, presque sans mélange, et dénotant une mer profonde, être *immédiatement* recouvertes par des faluns, au contraire avec très-peu de

Bryozoaires, et contenant principalement des Gastéropodes et des Lamellibranches, que l'on sait n'exister en grand nombre que peu au-dessous du balancement des marées, des oscillations du sol peuvent seules nous expliquer ces changements subits. La superposition, comme à Saucats, à Labrède, à Mérignac (Gironde), d'abord d'un dépôt marin, puis d'un dépôt lacustre, encore recouvert d'un second dépôt marin, le tout durant une seule période géologique, ne saurait aussi s'expliquer que par l'effet des oscillations. Pour que cette succession existe, il a fallu, d'abord, une surélévation des parties sous-marines de Saucats, au-dessus des eaux de la mer, ensuite un laps de temps considérable pour que ce point se couvre d'animaux lacustres fluviatiles; puis, enfin, pour que des dépôts marins viennent, de nouveau, recouvrir ces dépôts terrestres, il a fallu certainement un affaissement local considérable. Ces exhaussements et ces affaissements sont, comme nous l'avons dit, le fait des oscillations du sol.

§ 2499. **Mélange supérieur.** On a beaucoup parlé du mélange qui existe, aux parties supérieures de l'étage falunien dans le Piémont, des espèces de coquilles faluniennes avec les espèces de l'Astezan, qui caractérisent l'étage subapennin. Nous avons déjà cherché la cause de ces mélanges, d'abord aux caractères zoologiques généraux (§ 1606, 1610), puis, en particulier, à l'étage suessonien (§ 2412). Nous ne pouvons ici que répéter les mêmes motifs, relativement à l'étage falunien. Quand, en effet, on trouve l'étage falunien sans aucun mélange dans tout le bassin ligérien, dans tout le bassin pyrénéen et même sur presque tous les points du bassin méditerranéen, on aurait dû prendre le mélange de l'Astezan comme une simple anomalie locale, et cela avec d'autant plus de raison que l'étage subapennin se trouve aussi parfaitement isolé à Perpignan, que l'étage falunien l'est partout ailleurs. Pour nous, ce mélange s'est formé par le seul fait de la superposition immédiate, sans couches intermédiaires, de l'étage subapennin sur l'étage falunien, ce qui a mélangé les restes organisés fossiles de l'étage inférieur avec les restes organisés de la Faune de l'étage subapennin, sans laisser de limites bien tranchées entre les deux. Il paraîtrait, d'après les Faunes indiquées, que ce même mélange supérieur aurait lieu à Cassel et aux environs de Vienne; car, dans ce dernier lieu, si les coquilles dénotent des parties de l'étage falunien, les Foraminifères offrent trop d'analogie avec les espèces de l'étage subapennin pour qu'il soit permis de douter que cet étage n'existe aux environs de Vienne. Il est probable que ces deux étages y sont superposés, comme en Piémont.

§ 2500. **Perturbation finale.** Nous avons attribué à la perturbation finale de l'étage (§ 2495) ce morcellement remarquable de toutes les parties éparses de cet étage sur le bassin ligérien, par suite de dénuda-

tions considérables. Les cailloux et les grosses huîtres roulées, qui forment généralement les dernières couches des différents lambeaux, amèneraient encore à ces conclusions; car elles sont le produit évident d'un grand mouvement dans les eaux. La position du lambeau de Doué, placé dans une dépression du sol, viendrait corroborer cette opinion. Il n'a évidemment été conservé que par suite de sa position abritée, donnant moins de prise à l'effet des eaux.

§ 2501. Peut-être pourrait-on rapporter à ce mouvement final des eaux les dépôts d'Animaux mammifères flottants, comme ceux de Sansan, dans le Gers, autour d'Auch, et de quelques points de l'Auvergne, étudiés par MM. Croiset, Delesert et Bravard. La réunion extraordinaire des ossements d'Animaux vertébrés qu'a rencontrée M. Lartet dans la première de ces localités nous paraît appartenir aux mêmes causes qui ont amoncelé les débris de Mammifères dans les Pampas, comme nous le dirons à l'étage suivant (§ 2521).

§ 2502. **Caractères paléontologiques.** Un premier caractère qui domine tous les autres, dans cet étage, c'est que les genres qui y sont apparus, au nombre de 148, comparés à ceux qui, antérieurement nés, viennent s'y éteindre, au nombre seulement de 29, prouvent, plus que tous les autres faits, que l'étage falunien est en pleine voie croissante de développement de la période tertiaire. Les séries animales montrant le plus de formes nouvelles pendant cette période sont les Mammifères, qui en donnent 47 ; puis les Mollusques gastéropodes, qui en offrent 20; les Foraminifères et les Crustacés, dont les premiers ont 15 formes nouvelles, et les derniers 14. On voit, dès lors, que ces séries animales remplacent, par leur développement, durant la période falunienne, les Zoophytes et les Poissons, qui forment le maximum de développement de la période parisienne. Les formes génériques nous donnent les caractères stratigraphiques suivants.

§ 2503. **Caractères négatifs tirés des genres** (1). Tous les genres qui s'éteignent dans l'étage parisien sans arriver à celui-ci, comme les 69 genres cités à l'étage précédent (§ 2449), seront autant de caractères négatifs propres à distinguer ces deux étages. Les genres inconnus à l'étage falunien, et qui apparaissent seulement dans l'étage subapennin, pourront aussi servir de caractères distinctifs entre les deux. Ces genres, au nombre de 93, sont ainsi distribués : parmi les Mammifères, les 42 genres de notre 1er tableau ; parmi les Oiseaux, les 26 genres de notre 2e tableau ; parmi les Reptiles, les 7 genres de notre 3e tableau ; parmi les Poissons, 8 genres ; parmi les Crustacés, 3 genres; parmi les Céphalopodes, 1 genre de notre 6e tableau ; parmi les Gastéropodes, 1 genre de

(1) Nous comparerons, dans ces caractères, les deux sous étages : Tongrien et Falunien.

notre 7e tableau; parmi les Lamellibranches, 2 genres de nos 6e et 8e tableaux; parmi les Foraminifères, les 3 genres de notre 14e tableau. Nous aurions donc, en caractères négatifs, pour distinguer l'étage falunien des deux étages immédiatement supérieurs ou inférieurs, le nombre de 162 genres.

§ 2504. **Caractères positifs tirés des genres.** Les caractères positifs pour distinguer l'étage parisien de celui-ci nous sont donnés par les 148 genres suivants, qui, inconnus dans l'époque antérieure, se montrent, pour la première fois, avec l'étage falunien. Ces genres sont ainsi répartis dans les séries animales : parmi les Mammifères, les genres *Pithecus*, *Agnotherium*, *Amphicyon*, *Amphiarctos*, *Pterodon*, *Machacrodus*, *Amyxodon*, *Hyænodon*, *Oxygomphius*, *Dimylus*, *Megamys*, *Archæomys*, *Steneofiber*, *Palæomys*, *Chalicomys*, *Chelodus*, *Macrotherium*, *Dinotherium*, *Chærotherium*, *Macrauchenia*, *Chalicotherium*, *Hippotherium*, *Civatherium*, *Toxodon*, *Metaxitherium*, *Mastodon*, *Oplotherium*, *Themnopithecus*, *Ursus*, *Felis*, *Mustela*, *Trichechus*, *Phoca*, *Erinaceus*, *Arctomys*, *Mus*, *Balæna*, *Castor*, *Sus*, *Rhinoceros*, *Tapirus*, *Stermophylus*, *Cervus*, *Antilope*, *Halicore*, *Manatus* et *Physeter*; parmi les Oiseaux, les genres *Turdus*, *Fringillo*, *Corvis* et *Ciconia*; parmi les Reptiles, les genres *Megalocheilus*, *Aspidonetes*, *Clemmys*, *Coluber*, *Rana*, *Salamandra* et *Triton*; parmi les Poissons, les genres *Zigobates*, *Hemipristis*, *Cottus*, *Perca*, *Alosa*, *Lebias*, *Leuciscus*; parmi les Crustacés, les genres *Carpilius*, *Platycarcinus*, *Portunus* *Gelasimes*, *Macrophthalmus*, *Grapsus*, *Pseudograpsus*, *Leucosia*, *Eubalia*, *Phylira*, *Atelecyclus*, *Hela*, *Pagurus* et *Astacus*; parmi les Céphalopodes, le genre *Spirulirostra*; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Deshayesia* (tongrien), *Haliotis*, *Erato*, *Struthiolaria*, *Trichotropis*, *Turbinella*, *Ranella*, *Purpura*, *Sistrum*. *Columbella*, *Dolium*, *Oniscia*, *Calypeopsis*, *Calyptræa*, *Patella*, *Siphonaria*, *Carinaria*, *Hyaleo*, *Chilina* et *Ferussina*; parmi les Lamellibranches, les genres *Aspergillum*, *Glycimeris*, *Lutraria*, *Mya*, *Synodesma* et *Tridacna*; parmi les Brachiopodes, le genre *Orbicula*; parmi les Bryozoaires, les genres *Uniretepora*, *Meandropora* *Trochopora*, *Myriozoum* et *Cellepora*; parmi les Échinodermes, les genres *Lobophora*, *Clypeaster*, *Temnopleurus*, *Tripneustes*, *Runa*, *Scutella*; parmi les Polypiers, les genres *Acanthocyathus*, *Astrangia*, *Solenastrea*, *Caryophyllia*, *Mycetophyllia*, *Explanaria*, *Phyllangia*, *Pocillopora*, *Corallium*, *Deltocyathus*, *Conocyathus*, *Astrhelia*, *Gyrophyllia*, *Cryptangia* et *Isisina*; parmi les Foraminifères, les genres *Glandulina*, *Lingulina*, *Robulina*, *Hauerina*, *Polystomella*, *Dendritina*, *Orbiculina*, *Anomalina*, *Heterostegina*, *Dimorphina*, *Bigenerina*, *Bolivina*, *Sphæroidina* et *Adelosina*.

§ 2505. Parmi ces genres, ceux qui meurent dans ce même étage, sans passer à l'étage suivant, seront encore autant de caractères positifs qu'on pourra invoquer pour le distinguer de l'étage subapennin, où. jusqu'à présent, ils n'ont pas encore été signalés. Ces genres sont ainsi distribués dans les diverses classes d'Animaux : parmi les Mammifères, les genres *Pithecus*, *Agnotherium*, *Amphicyon*, *Amphiarctos*, *Pterodon*, *Machærodus*, *Amyxodon*, *Hyænodon*, *Oxygomphius*, *Dimylus*, *Megamys*, *Archæomys*, *Steneofiber*, *Palæomys*, *Chalicomys*, *Chelodus*, *Macrotherium*, *Dinotherium*, *Chærotherium*, *Macrauchenia*, *Chalicotherium*, *Hippotherium* et *Civatherium* ; parmi les Reptiles, les genres *Megalocheilus* et *Aspidonetes*; parmi les Poissons, le genre *Hemipristis*; parmi les Céphalopodes, le genre *Spirulirostra* ; parmi les Gastéropodes, les genres *Deshayesia* et *Ferussina* ; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Meandropora* et *Unireteporа* ; parmi les Échinodermes, le genre *Scutella*; parmi les Polypiers, les genres *Deltocyathus*, *Conocyathus*, *Astrhelia*, *Gyrophyllia*, *Cryptangia* et *Isisina* ; parmi les Foraminifères, les genres *Hauerina* et *Dimorphina*. Si nous joignons à ceux-ci tous les genres d'Animaux existant depuis plus ou moins longtemps, et qui se sont encore éteints dans cet étage, sans passer au suivant, comme les 29 genres ci-après dénommés : parmi les Mammifères, les genres *Anthracotherium*, *Lophiodon* et *Ziphius* ; parmi les Reptiles, le genre *Palæophis*; parmi les Poissons, les genres *Otodus* *Corax*, *Edaphodon*, *Ischyodon*, *Sphærodus*, *Smerdis*; parmi les Céphalopodes, le genre *Megasiphonia*; parmi les Lamellibranches, les genres *Myoconcha* et *Grateloupia* ; parmi les Bryozoaires, les genres *Radiopora*, *Capularia* et *Pyripora* ; parmi les Échinodermes, le genre *Conoclypus* ; parmi les Polypiers, les genres *Aplocyathus*, *Astrocœnia*, *Funginella*, *Phyllocœnia*, *Trochocyathus*, *Actinocœnia*, *Stylocœnia*, *Goniaræa*, *Rhizangia*, *Septastrea* et *Eupsammia* ; parmi les Foraminifères, le genre *Operculina*, nous aurons 69 genres pouvant servir à distinguer l'étage falunien de l'étage subapennin.

§ 2506. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Sans compter plusieurs centaines d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés et de Plantes que nous n'énumérons pas ici, nous avons, en Animaux mollusques et rayonnés seulement, le nombre de 2754 espèces, dont nous donnons, dans le *Prodrome de Paléontologie stratigraphique* (t. 3, p. 25 et suiv.), les noms discutés avec soin, la synonymie et l'indication des principales localités où elles se trouvent. Bien entendu que nous en avons d'abord entièrement séparé les espèces tongriennes mentionnées au sous-étage précédent (§ 2480). Si l'on devait prendre pour définitives les nombreuses espèces signalées par quelques auteurs comme se trouvant à la fois dans l'étage parisien et dans l'étage falunien des environs

de Bordeaux, de Dax, de Kleyn-Spauwen, en Belgique, ou de Cassel, dans la Hesse, il y aurait un grand nombre d'espèces se trouvant dans les deux à la fois; mais, ayant discuté une à une toutes les espèces indiquées comme se trouvant à la fois dans les deux étages, nous avons reconnu qu'elles étaient toutes basées sur de fausses déterminations. Nous n'avons donc, jusqu'à présent, aucune espèce qui passe réellement de l'étage parisien à l'étage falunien. Sans discuter à fond la valeur des mélanges nombreux admis par les auteurs piémontais et allemands entre l'étage falunien et l'étage subapennin, et surtout sans attacher une grande importance à ce mélange, qui, sans doute, a eu lieu, les coquilles étant mortes, sur les points où existe le contact immédiat des deux étages (§ 2499), nous trouvons néanmoins qu'il en existe, et nous citerons surtout les espèces suivantes :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. | MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| Rissoina pusilla. | 44 | Cassis texta. | 1673 |
| Cypræa elongata. | 822 | Morio fasciatus. | 1684 |
| Siliquaria subanguina. | 782 | Petricola rupestris. | 1945 |
| Cancellaria subcancellata. | 929 | Mitra striatula. | 920 |
| — umbilicaris. | 933 | Conus ponderosus. | 994 |
| — ampullacea. | 936 | Murex polymorphus. | 1377 |
| — uniangulata. | 949 | Purpura striolata. | 1460 |
| — varicosa. | 953 | Buccinum polygonum. | 1602 |
| Triton doliare. | 1422 | Dentalium elephantinum | 1761 |
| — heptagonum. | 1429 | Venus subcincta. | 1971 |
| — intermedium. | 1430 | — subplicata. | 1987 |
| — tortuosum. | 1434 | Cardita intermedia. | 2111 |
| Nassa serrata. | 1576 | — elongata. | 2125 |
| — prismatica. | 1547 | Chama gryphina. | 2402 |

§ 2507. En résumé, si des 2754 espèces citées dans notre *Prodrome* comme faluniennes nous séparons provisoirement les 28 espèces précédentes, qui, par une cause quelconque, se trouvent dans l'étage subapennin, il nous resterait encore 2726 espèces caractéristiques de cet étage; et cependant, nous avons la certitude que nous ne connaissons pas peut-être la moitié de la Faune si considérable de cette époque. Nous citerons ci-après les espèces les plus caractéristiques, et surtout les plus répandues sur les différents points de l'Europe :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome | MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|---|---|
| *a b c* Megasiphonia Aturi. | 304 | *a c e* Rissoina subcochlearella. | 388 |
| *a b e* Melanopsis Dufourii. | 355 | | |

*ad* Scalaria subscalaris. 394
*abe* Turritella quadriplicata. 432
*af* Eulima subula. 478
*ach* Pyramidella Grateloupi. 489
*ab* Acteon semistriatus. 522
*abci* Ringicula buccinea. 542
*chi* Natica hemiclausa. 573
*abj* Nerita subpicta. 598
*abc* — Plutonis. 612
*ah* Trochus patulus. 636
*ae* — subturgidulus. 643
*ab* Pitonellus Defrancii. 703
*abe* Solarium caracallatum. 709
*ac* Phasianella Alberti. 749
*chi* Cypræa avellana. 815
*abcehi* — coccinelloides. 816
*abeh* Oliva Dufresni. 858
*abef* Ancillaria glandiformis. 875
*abe* Voluta rarispina. 881
*achi* — Lamberti 852
*ae* Mitra fusiformis. 912
*ae* Cancellaria Geslini. 924
*abe* — acutangula. 934
*abe* Conus pelagicus. 973
*acej* — acutangulus. 1003
*abe* Strombus Bonelli. 1013
*abe* Pleurotoma cataphracta. 1034
*abe* — monilis. 1040
*abe* — dimidiata. 1042
*ac* — Borsoni. 1047
*ac* — Milletii. 1055
*ac* Fusus buccinoides 1182
*abc* — cornutus. 1193
*abe* Pyrula condita. 1279
*abe* Murex subtrunculus. 1326
*abe* — rusticula. 1333
*ac* — angulatus. 1337
*aej* Cerithium pictum.
*abe* Nassa asperula. 1540
*abe* — semistriata. 1548
*abeh* Terebra pertusa. 1633
*ab* Oniscia cythara. 1663
*abf* Cassis Rondeleti. 1668
*abc* Capulus sulcatus. 1695
*aeh* Bulla acuminata. 1776
*afh* — subutriculus. 1782
*ab* Vaginella depressa. 1802
*ac* Solecurtus affinis. 1853
*abh* Tellina muricata. 1896
*bfhi* Donax striatella. 1925
*ae* Venus islandicoides. 1953
*abe* — erycinoides. 1954
*ace* — casinoides. 1966
*abce* — vetula. 1967
*ab* Corbula Deshayesi. 2041
*ab* Cardita pinnula. 2116
*abe* — Jouaneti. 2127
*abe* Lucina columbella. 2162
*abc* Cardium discrepans. 2201
*abefh* Arca subdiluvii. 2321
*ach* — biangulina.
*ab* Chama gryphina. 2402
*chi* Pecten substriatus. 2409
*ce* Janira solarium. 2488
*chi* Terebratula perforans. 2534
*ac* Trochopora conica. 2582

ÉCHINODERMES.

*afd* Hemiaster acuminatus. 2611
*ab* Spatangus Desmarestii. 2627
*ad* Pygurus hemisphæricus. 2637
*dc* Lobophora perspicillata. 2646
*cd* Scutella truncata. 2649
*ad* — Paulensis. 2651
*bmd* Clypeaster altus. 2659
*bmd* — scutellatus. 2661
*acm* — marginatus 2667

ZOOPHYTES.

*ac* Dendrophyllia irregularis. 2733
*abc* Astrea acropora. 2747
*ab* — Guittardi. 2747'''
*abc* Madrepora lavandulina. 2776

En prenant pour types de l'étage falunien les dépôts de faluns de Bordeaux et de Dax, de la Touraine et du Piémont, sur lesquels tous les géologues sont d'accord, nous avons voulu prouver, par la liste précédente, que beaucoup des espèces de ces localités types se retrouvent en même temps sur tous les autres points cités à l'extension géographique, que nous y avons réunis d'après les données stratigraphiques. Nous donnerons ici quelques détails à cet égard. Pour prouver la contemporanéité des différents bassins, nous avons, dans la liste, marqué de la lettre *a* toutes les espèces propres au bassin pyrénéen (environs de Bordeaux et de Dax), d'un *b* les espèces de la colline de Turin, *c* les espèces des faluns de la Touraine et de l'Anjou (bassin méditerranéen et bassin ligérien). On verra au premier abord, par la réunion de ces lettres, que les mêmes espèces se trouvent simultanément dans ces trois types propres aux bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen, qui, évidemment, étaient contemporains et devaient communiquer entre eux. Maintenant, établissons encore la contemporanéité de quelques autres lieux. Nous avons marqué de la lettre *d* le peu d'espèces citées à Carry (Bouches-du-Rhône), et dans les autres parties de la Provence. La lettre *e* indique les espèces des environs de Vienne, qui, comme l'a reconnu M. Bronn, dépendent certainement de l'étage falunien, ainsi qu'on en pourra juger par les identiques. La lettre *f* indique les espèces de Cassel, qui, bien certainement, sont spéciales à l'étage falunien. Pour prouver l'identité des espèces de la Touraine, du crag d'Angleterre et de Belgique, nous avons marqué d'un *i* les premières, et d'un *h* les secondes. On pourra s'assurer que le grand nombre d'identiques ne pourrait exister, s'il n'y avait outre la contemporanéité d'époque certaine une communication directe entre ces différents points. Les quelques espèces de Podolie marquées d'un *j*, et les espèces de Corse marquées d'un *m*, prouveront encore l'identité de ces différents dépôts avec les dépôts les plus connus de France et de Piémont. Voici quelques exemples de cette Faune (*fig.* 597 à 611).

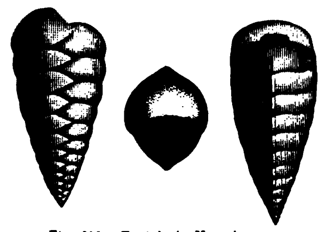


*Fig.* 610. Textularia Meyeriana.

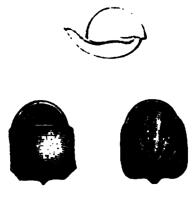


*Fig.* 605.
Hyalæa Orbignyana, Rang.

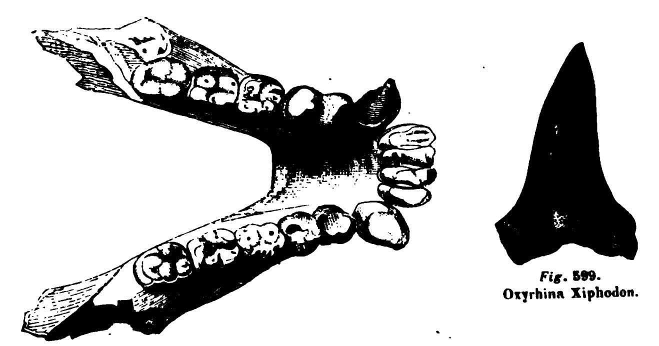


*Fig.* 599. Oxyrhina Xiphodon.

*Fig.* 597. Pithecus antiquus.

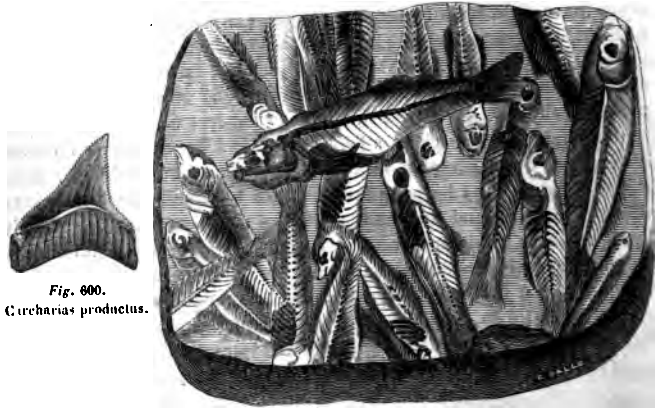


*Fig.* 600. Carcharias productus.

*Fig.* 601. Lebias Cephalotes.

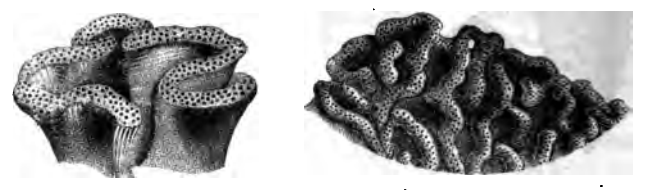


*Fig.* 607. Meandropora cerebriformis.

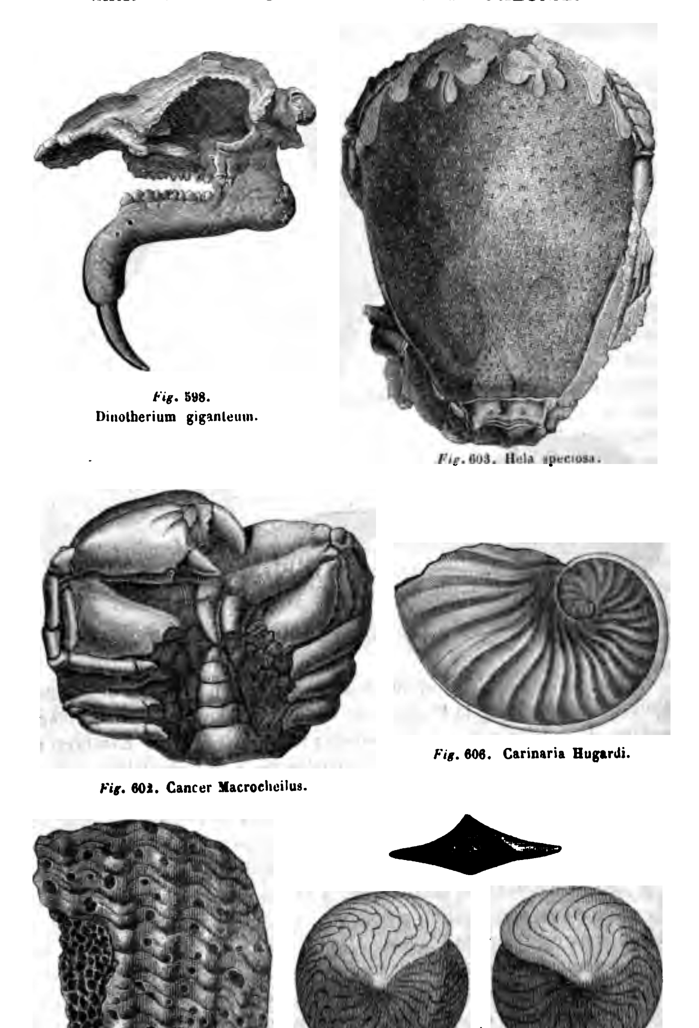


*Fig.* 598. Dinotherium giganteum.

*Fig.* 603. Hela speciosa.

*Fig.* 602. Cancer Macrocheilus.

*Fig.* 606. Carinaria Hugardi.

*Fig.* 611. Cliona Duvernoyi.

*Fig.* 609 Amphistegina Hauerina.

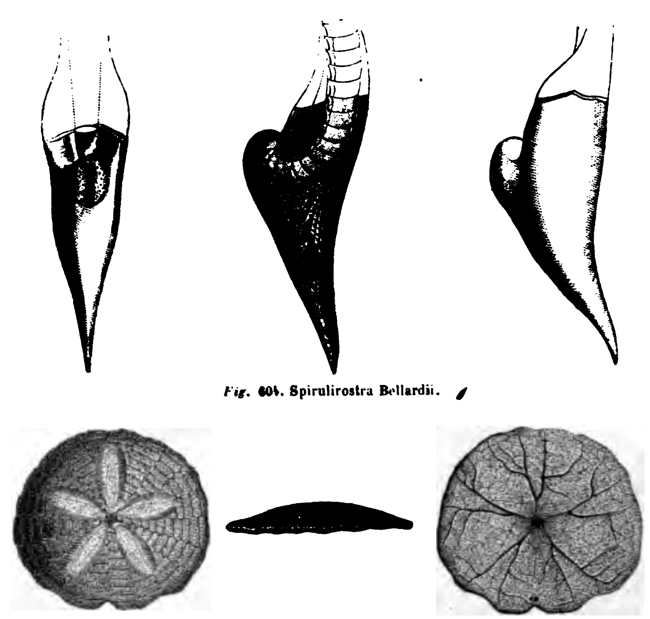


Fig. 604. Spirulirostra Bellardii.

Fig. 608. Scutella subrotunda.

M. Conrad a signalé, comme identiques entre les fossiles des États-Unis et les faluns de la France, les espèces suivantes : *Venus tridacnoides*, *Isocardia rustica*, *Pectunculus variabilis*, *Voluta Lamberti* et *Fasciolaria mutabilis*, dont nous lui laissons la responsabilité; cependant nous en avons supprimé quelques-unes qui n'étaient pas réelles. Nous pouvons, du reste, assurer, par le facies de l'ensemble, que les points de l'Amérique septentrionale et méridionale, mentionnés à l'extension géographique, dépendent bien certainement du même âge.

§ 2508. **Chronologie historique.** A la fin de la période parisienne, par suite d'une perturbation géologique, se sont éteints 69 genres d'Animaux, sans compter les Plantes. A la fin de la période tongrienne, se sont également éteintes 428 espèces propres à cette période ; et lorsque le calme a reparu dans les mers, sont nés, en Animaux divers, 148 genres (1) inconnus à l'époque parisienne, ainsi que 2754 espèces également

(1) Les genres, en petit nombre, plus spéciaux à la section tongrienne, y sont compris.

inconnues dans les époques antérieures, et qui ne sont qu'une faible portion de ce qui existe dans la nature.

§ 2509. A la fin de la période tongrienne, les continents et les mers subissent des changements considérables (*voyez* la carte, *fig.* 563). C'est, en effet, alors, que la mer se retire tout à fait de la partie française du bassin anglo-parisien, et vient former un bassin spécial, qui occupe la grande dépression de la Loire et une partie de la Bretagne, comprise entre Pontlevoy et Dinan d'un côté, et Dinan et Tourtenay de l'autre, nouveau bassin jusqu'alors étranger aux dépôts marins tertiaires, que nous appellerons maintenant *bassin ligérien*. A en juger par les lambeaux, ce bassin devait s'étendre, d'un côté, jusqu'à la Manche, et, de l'autre, jusqu'aux côtes du Morbihan et de la Vendée, en représentant un golfe très-profond. — Le second bassin maritime de cette époque est encore le bassin pyrénéen, qui reste à peu près dans la même circonscription, mais en s'avançant encore vers l'ouest et laissant des atterrissements tout autour à l'est. — Le troisième bassin français, le bassin maritime méditerranéen, a complétement changé de forme. Pendant la période falunienne, il paraît avoir envahi une vaste surface antérieurement continentale, comprise entre les environs de Montpellier et l'ouest de Marseille, et s'étendant, au nord, jusqu'aux départements du Gard et de la Drôme. Néanmoins, un golfe s'étendait au nord-est jusqu'aux Basses-Alpes; et un autre, se dirigeant au nord jusqu'au département de la Drôme, tournait au nord-nord-est par l'Ain, et de là couvrait une partie de la Savoie, de la Suisse, et s'étendait probablement jusqu'à Vienne, en Autriche, et sans doute beaucoup plus à l'est. En résumé, nous avons encore en France trois mers, le bassin ligérien, le bassin pyrénéen et le bassin méditerranéen.

En Angleterre, la mer falunienne envahit le Suffolk et le Norfolk, dont elle couvre toute la côte; et c'est probablement de ce point que s'étendait la mer, jusqu'aux environs d'Anvers, en Belgique, qui, par ses fossiles, dépend du même bassin, que nous appellerons anglo-belge.

§ 2510. Les continents se sont également modifiés. Pour la première fois, depuis les terrains triasiques, nous voyons, en effet, le bassin anglo-parisien devenir partie continentale. Une surélévation de toutes ses parties s'étend au sud, jusqu'à Blois, et sur une ligne qui, de ce point, passe par Laval; mais les continents antérieurs perdent tout le bassin ligérien, antérieurement exhaussé. Dans le bassin pyrénéen, un grand atterrissement se fait à l'est, sur les parties déjà exondées. En Provence, nous voyons le continent perdre toute la partie que nous trouvons occupée par la mer, entre Montpellier et Marseille. En résumé, entre les deux époques, les continents ont perdu tout le bassin ligérien, la partie

sud du bassin méditerranéen, et la France approche déjà de la forme continentale que nous lui connaissons aujourd'hui.

§ 2511. Les mers étaient, durant cette période, peuplées d'un grand nombre d'Animaux inconnus dans les époques antérieures. Les Crustacés amphipodes offrent leurs premiers genres, ainsi que les Mollusques nucléobranches. En résumé, 89 genres marins apparaissent pour la première fois, parmi lesquels dominent les Mollusques gastéropodes surtout, au nombre de 20, parmi lesquels des *Haliotis*, des *Turbinella*, des *Ranella* et des *Dolium*; puis les Foraminifères, qui montrent 15 genres nouveaux, au nombre desquels sont les *Polystomella*, les *Dendritina* et les *Bolivina*; enfin les Crustacés, qui renferment les genres *Pagurus*, *Astacus* (Homard), *Portunus*, *Grapsus*, etc.

§ 2512. Ce sont surtout les continents qui nous offrent des Animaux terrestres nombreux et remarquables par leur taille ou leurs formes. C'est, en effet, alors, qu'avec tant de Mammifères aujourd'hui tout à fait perdus, comme les Palæomys, les Macrotherium, les Dinotherium, aux défenses gigantesques; les Toxodon, les Mastodon, aux formes massives, ainsi que beaucoup d'autres, apparaissaient déjà les premiers représentants des genres *Ours* (*Ursus*), *Felis*, *Mustela*, *Phoca*, *Mus*, *Castor*, *Rhinoceros*, *Tapirus*, *Cervus*, etc., qui peuplent, aujourd'hui, la surface de la terre. C'est encore pendant cette période que se montrent, chez les Reptiles, les premiers représentants des Couleuvres (*Coluber*), des Grenouilles (*Rana*), des Salamandres, et chez les Poissons, les premières Perches (*Perca*), *Alosa*, *Lebias*, etc., etc., qui peuplaient les eaux douces. Avec ces Animaux, M. Brongniart cite la Flore suivante, comme ayant vécu durant cette période.

FLORE DE L'ÉTAGE FALUNIEN.

| | Nombre des Espèces. |
|---|---|
| **Cryptogames amphigènes.** | |
| ALGUES. | |
| Cystoseirites. | 3 |
| Phærococcites. | 1 |
| CHAMPIGNONS. | |
| Hysterites. | 1 |
| Xylomites. | 1 |
| **Cryptogames acrogènes.** | |
| MOUSSES. | |
| Muscites. | 1 |
| FOUGÈRES. | |
| Filicites. | 1 |
| **Monocotylédones.** | |
| NAÏADÉES. | |
| Zosterites. | 1 |
| Caulinites. | 2 |
| Ruppia. | 1 |
| GRAMINÉES. | |
| Culmites. | 1 |
| Bambusium. | 1 |
| LILIACÉES. | |
| Smilacites. | 2 |
| PALMIERS. | |
| Flabellaria. | 9 |
| Phœnicites. | 4 |
| Endogenites. | 1 |
| **Dycotylédones gymnospermes.** | |
| CONIFÈRES. | |
| Callitrites. | 2 |
| Sequoites. | 1 |

| | Nombre des espèces. |
|---|---|
| Glyptostrobites. | 1 |
| Abieselites. | 4 |
| Pinites. | 4 |
| Araucarites? | 1 |
| Eleoxylon. | 2 |
| Taxites. | 2 |
| **Dicotylédones angiospermes.** | |
| MYRICÉES. | |
| Comptonia. | 3 |
| Myrica. | 6 |
| BÉTULINÉES. | |
| Betula. | 2 |
| Betulinium. | 1 |
| Alnus. | 1 |
| CUPULIFÈRES. | |
| Quercus. | 3 |
| Fagus. | 1 |
| Carpinus. | 3 |
| ULMACÉES. | |
| Ulmus. | 3 |
| MORÉES. | |
| Ficus. | 1 |
| PLATANÉES. | |
| Platanus? | 4 |
| SALICINÉES. | |
| Populus. | 2 |
| LAURINÉES. | |
| Daphnogene. | 3 |
| Laurus. | 1 |
| OMBELLIFÉRÉES. | |
| Pimpinellites. | 1 |
| HALORAGÉES. | |
| Myriophyllites. | 1 |
| COMBRÉTACÉES. | |
| | Nombre des espèces. |
| Getonia. | 1 |
| Terminalia. | 2 |
| CALYCANTHÉES. | |
| Calycanthus. | 1 |
| LÉGUMINEUSES. | |
| Phaseolites. | 1 |
| Desmodophyllum. | 2 |
| Dolichites. | 2 |
| Erythrina. | 1 |
| Adelocercis. | 1 |
| Bauhinia. | 1 |
| Mimosites. | 1 |
| Acacia. | 1 |
| ANACARDIÉES. | |
| Rhus. | 3 |
| XANTHOXYLÉES. | |
| Xanthoxylon. | 1 |
| JUGLANDÉES. | |
| Juglans. | 6 |
| RHAMNÉES. | |
| Rhamnus. | 1 |
| Ceanothus. | 1 |
| ACÉRINÉES. | |
| Acer. | 5 |
| APOCYNÉES. | |
| Echilonium. | 2 |
| Neritinium. | 2 |
| Plumeria. | 1 |
| Apocynophyllum. | 2 |
| RUBIACÉES. | |
| Steinhauera. | 2 |

Le savant professeur s'exprime ainsi à l'égard de cette Flore :

« Les caractères les plus frappants de cette époque consistent dans le mélange de formes exotiques propres actuellement à des régions plus chaudes que l'Europe, avec des végétaux croissant généralement dans les contrées tempérées, tels que les Palmiers, une espèce de Bambou, des Laurinées, des Combrétacées, des Légumineuses des pays chauds, des Apocynées analogues, d'après M. Unger, aux genres des régions équatoriales, une Rubiacée tout à fait tropicale, unis à des Érables, des

Noyers, des Bouleaux, des Ormes, des Chênes, des Charmes, etc., genres propres aux régions tempérées ou froides. La présence de formes équatoriales, et surtout des Palmiers, me paraît essentiellement distinguer cette époque de la suivante. Enfin, on remarquera aussi le très-petit nombre de végétaux à corolle monopétale, bornés aux espèces rapportées à la famille des Apocynées par M. Unger, et au genre *Steinhauera*, fondé sur un fruit qui a beaucoup de rapport avec celui des *Nauclea*, parmi les Rubiacées. »

§ 2513. La présence dans les mers des bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen, d'un nombre considérable d'Animaux aujourd'hui spéciaux seulement aux régions chaudes de la zone torride, tels, par exemple, que les genres *Delphinula*, *Pteroceras*, *Solarium*, *Fusus*, *Strombus*, *Rostellaria*, *Pyrula*, *Mitra*, *Phorus*, *Conus*, *Fasciolaria*, *Sigaretus*, *Cypræa*, *Marginella*, *Ancillaria*, *Oliva*, *Terebellum*, *Terebra*, *Tiphis*, *Turbinella*, *Sistrum*, *Oniscia*, *Perna*, *Plicatula*, *Corbis*, etc., etc., joints aux Animaux terrestres, tels que les *Rhinoceros*, les *Tapirus*, les *Manatus*, et tous les genres éteints si voisins de ceux-ci, démontre, de la manière la plus péremptoire, que les mers et les continents, en France, en Angleterre et en Allemagne, étaient sous une température uniforme, semblable à la température de la zone équatoriale. La chaleur centrale de la terre neutralisait donc encore l'effet des zones isothermes.

§ 2514. La puissance des couches, et surtout le nombre considérable de Coquilles qu'elles renferment, nous donnent la certitude que cette période a été, peut-être, l'une des plus prolongées; elle était, de même que les autres, soumise à l'action des oscillations du sol (§ 2498). La fin de cette période est marquée par l'élévation, au-dessus des eaux, de tous les bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen, que nous avons décrits. Les effets en ont été de dénuder d'une manière si remarquable et de morceler les dépôts du bassin ligérien (§ 2495, 2500), en anéantissant tous les Animaux terrestres et marins de cette époque. C'est peut-être aussi alors qu'en Europe s'est effectuée la dislocation du S. 26° O. au N. 26° E., qui a surélevé le *Système des Alpes occidentales* de M. Élie de Beaumont. Nous aurions donc encore, pour la fin de cette époque, la dislocation qui a déterminé la perturbation géologique, les traces certaines du mouvement des eaux que cette perturbation a produit, et pour résultat, l'anéantissement de la Faune de cette époque.

### 27e Étage : SUBAPENNIN, d'Orb.

*Première apparition* des ordres des Oiseaux coureurs et des Insectes myriapodes; des genres *Callithrix*, *Dasypus*, *Equus*, *Bos*, *Vultur*, *Aquila*, *Picus*, *Gallus*, *Ophis*, *Esox*, *Gobius*, *Ranina*, *Argonauta*, *Clausilia*, *Oolina*, etc., etc.

*Règne* des Mammifères pachydermes et édentés; des genres *Toxodon, Mastodon, Sus, Rhinoceros, Tapirus, Smilodon, Glyptodon, Megalonyx, Mylodon, Elephas, Hippopotamus, Andrias, Pyrulina*, etc., etc.

*Zone* des espèces suivantes : *Scalaria clathra, Turritella quadricarinata, Phorus crispus, Schizaster Scillæ*, etc., etc.

Nous avons conservé à cet étage le nom de *subapennin*, consacré depuis longtemps dans la science, et dont le dérivé, des collines subapennines, aussi bien que sa forme euphonique, se trouvent parfaitement en rapport avec la nomenclature adoptée pour les autres étages.

§ 2514 *bis*. **Synonymie.** Ce sont les *Terrains tertiaires supérieurs* (les *Sables marins supérieurs de Montpellier*, les *Alluvions anciennes de la Bresse*, le *Sable des Landes*) de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont; le *Dépôt tritonien clysmien* de M. Huot; le *Limon antidéluvien* de M. Marcel de Serres; le *Dépôt subapennin* de M. Huot (*supercrétacé supérieur*); le *Terrain calcaréo-psammitique* de M. Risso; le *Terrain pampéen* d'Orbigny (Voyage dans l'Amérique méridionale); l'*Older pliocène* (ancien pliocène) de M. Lyell.

*Type marin français*, à Millas, à Thuir, aux environs de Perpignan; *type piémontais*, aux environs d'Asti; *type terrestre*, presque toutes les cavernes et les dépôts superficiels.

§ 2514 *ter*. **Extension géographique.** A côté de cette immense extension que nous avons citée, en France, à chaque étage, nous ne trouvons plus, pour celui-ci, en dépôts marins, qu'un seul lambeau dans la Manche, où MM Hébert et Deslongchamps l'ont signalé, au Bosc-d'Aubigny, entre Saint-Lô et le Perrier; et un second dans les Pyrénées-Orientales, où, lorsque des coupes naturelles produites par les cours d'eau permettent d'apercevoir l'étage sous les alluvions, on le voit dans la vallée du Tech, au Bouton, à Trouillas, à Banyuls-dels-Aspres; dans la vallée du Tet, à Neffiach, à Millas, à Thuir; dans la vallée de l'Agly, à Estagel; et, peut-être, sur quelques autres points situés plus au nord, mais sur lesquels nous n'avons pas de certitude comme dépôts marins. M. Marcel de Serres a trouvé les mêmes dépôts aux environs de Montpellier (Hérault). La continuité du même bassin marin se voit en Espagne, à Figuières, et sur une grande surface de la côte, au sud, à Bascara et jusqu'à Barcelone; peut-être l'étage existe-t-il à Séville, à Alabama et à Baza, dans le royaume de Grenade.

Les plus vastes dépôts marins connus de cette époque commencent en Piémont, près de Coni et de Mondovi, et couvrent toute la province d'Asti; de là ils s'étendent jusqu'à l'Adriatique et le Monte-Leone, en Calabre, ou sur plus de 225 lieues de longueur, des deux côtés de la chaine des Apennins. Les principales localités sont, en Pié-

mont, l'Astezan, Castiglione; en Toscane, Torrita, entre Florence et Poggibonsi, Savignone, Sienne, Monte-Pelegrino, Volterre; dans le duché de Parme, Plaisance, Castel-Arcuato, Medsano, Vigolano, Borgone; dans le royaume de Naples, les environs d'Otrante, de Reggio, le Monte-Leone, en Calabre; en Sicile, Syracuse, Trapani, les environs de Palerme et le cap Safran, près de Messine; dans les États de l'Église, Monte-Mario, près de Rome, Sinigaglia. C'est surtout en Morée que MM. Boblaye et Virlet en ont reconnu d'immenses surfaces: il forme, en effet, une ceinture autour de ce pays, indépendamment de nombreux lambeaux. Il constitue les isthmes de Corinthe et de Mégare, le golfe de l'Attique, la presqu'île de Methana; dans le Pirée, en Messénie, Modon, Navarin, Sparte; dans la basse Messine, l'Élide et l'Argolide, etc. Ce même âge paraît aussi exister en Algérie.

D'après le nombre considérable d'espèces de Foraminifères que nous avons reconnu exister aux environs de Vienne, en Autriche, et principalement à Korod, à Nussdorf et à Baden, et être tout à fait identiques à celles de Sienne, nous ne devons pas douter que, sur l'étage falunien, il ne se trouve des dépôts marins subapennins. Il est probable qu'il en est de même à Cassel (Hesse). Nous pouvons encore croire que le même fait existe pour la partie supérieure du crag du Suffolk, que M. Lyell désigne comme *lits à Mammifères*. Cette époque est aussi très-développée en Gallicie. On la retrouve en Crimée, sur les bords de la mer Noire, sur les bords occidentaux de la mer Rouge, entre Suez et Kosseir. Dans l'Amérique septentrionale, une lisière parallèle à l'Océan paraît exister dans les Florides, l'Alabama et la Louisiane. On en voit, aussi, suivant M. Hardie, dans l'île de Java.

Si, en France, les dépôts marins des mers subapennines sont rares, il n'en est pas ainsi des dépôts terrestres ou des alluvions, qu'on peut rapporter à cette même époque. La superposition, autant que les Mammifères que ces dépôts renferment, ne laissent pas de doutes à cet égard. Avec les savants auteurs de la carte géologique de France, nous y rapportons, en effet, les sables supérieurs, quelquefois avec des dents de Mastodontes, qui couvrent tous les dépôts faluniens du grand bassin pyrénéen, depuis Bordeaux jusqu'à Dax, les dépôts de la Bresse, le remplissage des grottes et des cavernes par les limons rouges à ossements, et notamment les cavernes d'Arcy (Yonne), où M. de Bonnard a découvert des restes d'hippopotames; les cavernes d'Échenoz, de Vanon, près de Vesoul (Haute-Saône), avec éléphants; les cavernes de l'Hommaise (Vienne), étudiées par M. Mauduyt; la caverne dite Grotte d'Osselle, à une lieue de Quingey (Doubs), où M. Gevril a recueilli une si grande quantité d'ossements d'ours; les fameuses cavernes de Lunel-Viel, près de Montpellier (Hérault); celles de l'Isère, de l'Ardèche, et une

infinité d'autres qu'il serait trop long d'énumérer ici. Nous regardons encore comme de la même époque les brèches à ossements des environs de Pons (Charente-Inférieure); les dépôts si remarquables de l'Auvergne, aux environs d'Issoire, de Cussac et de Polignac (Haute-Loire), étudiés par MM. Croizet, Deleyser et Bravard.

Hors de France, les dépôts terrestres de cette époque sont très-nombreux, et nous en citerons quelques-uns : en Angleterre, la caverne de Kirkdale, où M. Bukland a recueilli beaucoup de restes de grands Pachydermes ; les cavernes de Chockier, en Belgique, de Gailenreuth, en Bavière; peut-être les brèches osseuses de Sicile, à San-Ciro, les brèches terrestres de Cagliari, en Sardaigne; les dépôts d'eau douce de Steinheim, d'Ulm, de Berg, près de Stuttgart; les curieux dépôts lacustres de Stein, à une lieue d'Œningen (Suisse), où a été recueillie cette fameuse salamandre, citée pendant longtemps comme un squelette humain; ceux de Saint-Gall, près d'Uznach, de Delemont. Des dépôts d'alluvions limoneux contenant surtout un grand nombre de restes de l'*Elephas primigenius*, se trouvent à Vorobieff, près de Moscou, sur toutes les rivières de ces contrées, et sur une grande partie de la Russie ; sur les bords du lac Pereslavl, sur l'Oca, l'Istre, le Volga, la Moscova ; principalement en Sibérie, jusqu'aux bords de la mer Glaciale, où a été trouvé le fameux mammouth gelé avec ses chairs et sa peau; les îles, près des bouches de la Lena et de Lindighirka. M. Viquenel les a rencontrés dans la Turquie d'Europe, principalement dans la plaine de Preslina, en Mésie, et dans celle de Vardar, en Macédoine. Dans l'Inde, on les cite sur la rive gauche de l'Iraouaddi, au 20e degré.

En Amérique, ces dépôts terrestres sont également très-développés ; on les a vus aux États-Unis, à Poplar (New-Jersey), dans l'État de New-York, dans le Kentucky, sur les bords du Mississipi. Nous avons pu étudier, dans l'Amérique méridionale, des dépôts limoneux gigantesques, contenant seulement des Mammifères fossiles; dépôts que nous avons désignés comme *argile pampéenne*. Ils couvrent depuis la Bajada, province d'Entre-Rios, république Argentine, jusqu'à la Bahia-Blanca, frontière de Patagonie, et depuis les environs de Maldonado et de Montevideo, dans la république de l'Uruguay, jusqu'au Rio-Quinto, c'est-à-dire sur une surface arrondie vers le sud, qui a 38 degrés carrés de superficie, ou plus de 23,000 lieues carrées d'étendue. Dans la province de Chiquitos (Bolivia), ces mêmes dépôts offrent de grandes surfaces, à l'est surtout, et entre Santa-Cruz de la Sierra et Moxos; on les voit sur une vaste étendue de la province de Moxos, dans les plaines centrales du continent américain, où ils couvrent une superficie presque aussi grande que dans les Pampas. Ce dépôt remplit encore la vallée de Tarija, les immenses plateaux de Cochabamba, et surtout le grand plateau

bolivien, long de quelques degrés et élevé de 4,000 mètres au-dessus des océans.

§ 2515. **Stratification.** Tous les géologues sont d'accord sur la position stratigraphique de l'étage subapennin ; en effet, on trouve les dépôts marins, immédiatement superposés à l'étage falunien, dans une partie du Piémont. Il en est de même aux environs de Montpellier, à Vienne, en Autriche, et peut-être à Cassel. D'un autre côté, les sables d'alluvions anciennes des Landes, qui ne contiennent que des débris terrestres, reposent également sur les couches marines de la période falunienne. Nous avons trouvé la même superposition aux surfaces immenses du limon terrestre des Pampas, de Buenos-Ayres. Nous croyons donc qu'il ne peut exister de doutes pour personne sur la succession régulière et chronologique de l'étage subapennin après l'étage falunien.

§ 2516. **Discordances.** Voyons maintenant les caractères stratigraphiques différentiels de cet étage avec les époques antérieures et postérieures. A l'étage précédent (§ 2489), nous avons donné les limites stratigraphiques qui existent entre l'étage falunien et celui-ci, limites d'une grande valeur. Pour les limites supérieures de l'étage subapennin, elles sont reconnues par tous les géologues : d'abord, M. Élie de Beaumont place, entre cette époque et l'époque actuelle, la dislocation des Alpes, qu'il désigne comme son *Système de la chaîne principale des Alpes*, dont la direction est de l'O. 16° S. à l'E. 16° N. Nous regardons encore comme s'étant opérée à cette époque, la dernière surélévation de la Cordillère des Andes, de 50 degrés ou 1250 lieues de longueur dans la direction N. 5° E. au S. 5° O. Indépendamment de ces grandes dislocations du globe, nous avons, pour distinguer l'étage subapennin de l'époque actuelle, des discordances d'isolement très-marquées, surtout dans les Pyrénées-Orientales, autour de Perpignan, et celui du Bosc, dans la Manche, où l'on voit les dépôts subapennins marins isolés au-dessus et loin du littoral actuel de la mer. Il en est de même des vastes surfaces de dépôts subapennins marins de l'Astezan, du duché de Parme et de l'Autriche, aujourd'hui placés sur des points continentaux, formant dans leur ensemble une ligne de discordance visible pour tout le monde, avec la circonscription des mers actuelles.

§ 2517. **Composition minéralogique.** Les dépôts marins des environs de Perpignan se composent d'alternances de bancs plus ou moins puissants, de sables marins jaunâtres, silicéo-calcaires et micacés, avec des grès et des marnes ordinairement minces, le tout rempli de coquilles marines. Dans l'Astezan, c'est à peu près la même composition, les sables étant encore sans cohésion, comme les sables des mers actuelles,

et renfermant un nombre considérable de coquilles marines intactes et souvent dans leur position normale d'existence. Pour les dépôts terrestres ils ont une autre apparence, mais néanmoins ils montrent souvent de l'analogie entre eux. En effet, qu'ils se soient faits dans les fentes préexistantes de rochers, sous forme de brèches osseuses, comme près de Nancy (Meurthe), près de Pons (Charente-Inférieure), et partout ailleurs; qu'ils aient rempli, plus ou moins, ces autres cavités, également produites par des dislocations du sol et les eaux, qu'on nomme des *cavernes à ossements*, comme on en trouve sur tous les points du globe, aussi bien en France, en Angleterre, en Italie. qu'au Brésil, en Amérique, ces dépôts sont presque toujours identiques. Ce sont des argiles limoneuses, ou même des limons jaunâtres ou rouges, mélangés de cailloux et d'ossements de Mammifères en plus ou moins grand nombre. Les dépôts des Pampas de Buenos-Ayres, qui n'ont pas moins de 23,000 lieues de superficie, sont de même composés de limon ou d'argile limoneuse également rougeâtre et ne contenant que des ossements de Mammifères. Ceux des plateaux des Andes, et des plaines du centre de l'Amérique méridionale, sont encore composés d'argile jaune ou rougeâtre, contenant des ossements de Mammifères.

§ 2518. **Puissance connue.** M. Lyell évalue la plus grande épaisseur, en Italie, à environ 600 mètres.

§ 2519. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous regardons comme des *dépôts marins faits non loin des côtes*, mais au-dessous du balancement des marées, tous les gisements des Pyrénées-Orientales. Les environs de Montpellier, ainsi que l'Astezan et les autres localités italiennes indiquées, se trouvent dans le même cas.

§ 2520. Les *dépôts terrestres* superficiels, ou d'alluvion, sont très-répandus, comme on l'a vu à l'extension géographique, et couvrent surtout le bassin pyrénéen, en France, et une surface immense en Russie et dans l'Amérique septentrionale.

§ 2521. **Perturbation finale.** Nous avons dit ailleurs que nous croyons pouvoir attribuer seulement aux perturbations géologiques (§§ 163 à 166) l'anéantissement complet des races d'Animaux terrestres couvrant les continents à la dernière époque qui nous a précédés sur le globe, et leur dépôt simultané dans les grandes dépressions terrestres, à toutes les hauteurs, dans les fissures du sol et dans les cavernes. L'étude des dépôts terrestres de l'étage subapennin a surtout déterminé cette opinion. Jetons un coup d'œil d'ensemble sur les dépôts à ossements de cette époque, en commençant par l'Amérique méridionale, où nous avons observé que tous les faits sont plus largement tracés.

Le dépôt des Pampas de Buenos-Ayres, dont la surface égale les *trois cinquièmes* de la superficie de la France, ou 95,000 kilomètres carrés, se compose partout de limon rougeâtre fortement salé, presque sans stratification, d'une uniformité remarquable, enveloppant généralement des squelettes entiers, au pourtour; des os séparés partout. Les proportions gigantesques de ce dépôt, comparables seulement aux majestueuses chaines de montagnes qui s'élèvent sur le même continent, peuvent-elles, comme plusieurs géologues l'ont pensé, s'expliquer par les causes actuelles? Nous ne le croyons nullement. Nous avons vu, aux causes actuelles, combien les Mammifères doivent être rarement transportés par les fleuves dans les régions vierges (§ 137), puisque nous n'en avons jamais rencontré un seul sur les affluents de l'Amazone et de la Plata. D'ailleurs, des dépôts à ossements, formés d'un limon rougeâtre identique à celui des Pampas, se retrouvent dans les provinces de Chiquitos et de Moxos, dans toutes les dépressions des plaines; nous les avons retrouvés encore sur les vastes dépressions des montagnes de Cochabamba, à la hauteur de 2,575 mètres, et sur les plateaux également circonscrits du sommet des Andes, à la hauteur absolue de 4,000 mètres. Quelle qu'en soit l'élévation au-dessus du niveau de la mer, dans les plaines comme sur les montagnes, ces dépôts à ossements sont donc toujours composés de limons rougeâtres. Nous croyons, dès lors, que la même cause les a produits partout, et qu'ils ne sont que le résultat d'un lavage superficiel du continent par les eaux mises en mouvement par la perturbation finale de l'étage subapennin.

Voyons, du reste, ce qui s'est passé dans les cavernes M. Lund a découvert, dans la province de Minas-Geraes, au Brésil, dans les fentes des rochers et dans les cavernes, des Mammifères nombreux enveloppés du même limon rougeâtre que celui des Pampas, par couches horizontales que les eaux ont déposées. D'après ces données, tirées seulement de l'analogie des limons rougeâtres, on pourrait croire que tous ces dépôts sont de même époque, produits par la même cause, et transportés à la fois. Il nous reste encore un moyen plus puissant pour prouver cette identité, cette contemporanéité : la comparaison des Mammifères eux-mêmes; car on rencontre dans les cavernes du Brésil, dans les Pampas et sur les plateaux des Andes, absolument les mêmes formes de Mammifères, composés de genres perdus pour le continent américain, tels que *Megalonyx*, *Megatherium*, *Mastodon*, *Holophorus*, *Euryodon*, etc., etc. Ce qui prouve plus que tout le reste l'identité de formation, c'est surtout la présence des mêmes espèces dans les cavernes et dans les Pampas, telles que les *Megalonyx Maquiniensis*, *Megatherium Cuvieri*, *Equus neogæus*, etc., etc. On doit donc croire que tous ces Animaux de mêmes genres, de mêmes espèces, qui ont dû vivre en même

temps, qui sont enveloppés de limons identiques de nature et de couleur, ont été anéantis par les eaux à l'instant de la perturbation géologique finale de cette époque.

Quelques géologues croient, au contraire, reconnaître dans les Pampas un dépôt dû aux eaux d'un fleuve dans un estuaire. Voyons d'abord si le fait est possible. Le dépôt à ossements des Pampas présente, avons-nous dit, une surface longue de 13,000 et large de 900 kilomètres. Un fleuve capable de former un estuaire de cette largeur aurait au moins *huit fois* la largeur actuelle (30 lieues) de l'embouchure de la Plata, ce qui supposerait une longueur proportionnée. La Plata actuelle parcourt environ 23° de longueur ; en multipliant par 8, on aurait, pour la longueur, 184°, ou plus de la moitié de la circonférence du globe terrestre ; et ce fleuve, commençât-il au pôle nord, pour arriver à ce dépôt à ossements, ne serait pas encore assez considérable pour former un estuaire de 900 kilomètres de largeur. D'ailleurs, quelle est la nature des dépôts ordinaires des estuaires ? Ce sont des alluvions fluviales très-variées, composées de toute espèce de sédiment, de cailloux, de sable, de vase surtout, mais jamais de limons homogènes de couleur et de composition, analogues aux limons rougeâtres des cavernes. On voit qu'abstraction faite de la largeur du dépôt à ossements des Pampas, qui exclut l'idée d'un estuaire, toutes les autres considérations géologiques viennent exclure également cette opinion. En résumé, nous voyons, dans ces dépôts limoneux rougeâtres à ossements de l'Amérique, un fait général, et non un dépôt partiel. Pour nous, c'est le résultat d'une perturbation géologique que nous croyons devoir attribuer au dernier relief des Cordillères, à la fin de l'étage subapennin. Alors on doit au lavage des eaux de la mer sur les continents les limons rougeâtres, laissés avec les Animaux terrestres, dans toutes les dépressions du sol, depuis les vallées près de la mer, jusqu'à 4,000 mètres au-dessus des océans. Le fait paraît d'autant plus probable que tous ces dépôts, quelle que soit leur élévation, sont fortement saturés de sel marin, ce qui corroborerait encore nos conclusions.

Voyons maintenant les circonstances où se trouvent dans l'ancien monde les ossements fossiles de l'époque qui nous a précédés sur la terre, ou mieux l'horizon géologique des Mastodontes, des Éléphants, etc. Ces Animaux, comme nous l'avons dit, se sont déposés avec les alluvions terrestres, ou dans les cavernes. Les alluvions superficielles sont très-variables de composition, suivant les lieux ; mais les dépôts des cavernes, en Europe, en Afrique, comme en Amérique, sont évidemment formés par les eaux (*voy.* fig. 612), et se composent également de limons rougeâtres. Sous le rapport de leur provenance, ils paraissent donc être identiques : ils renferment non-seulement les mêmes limons

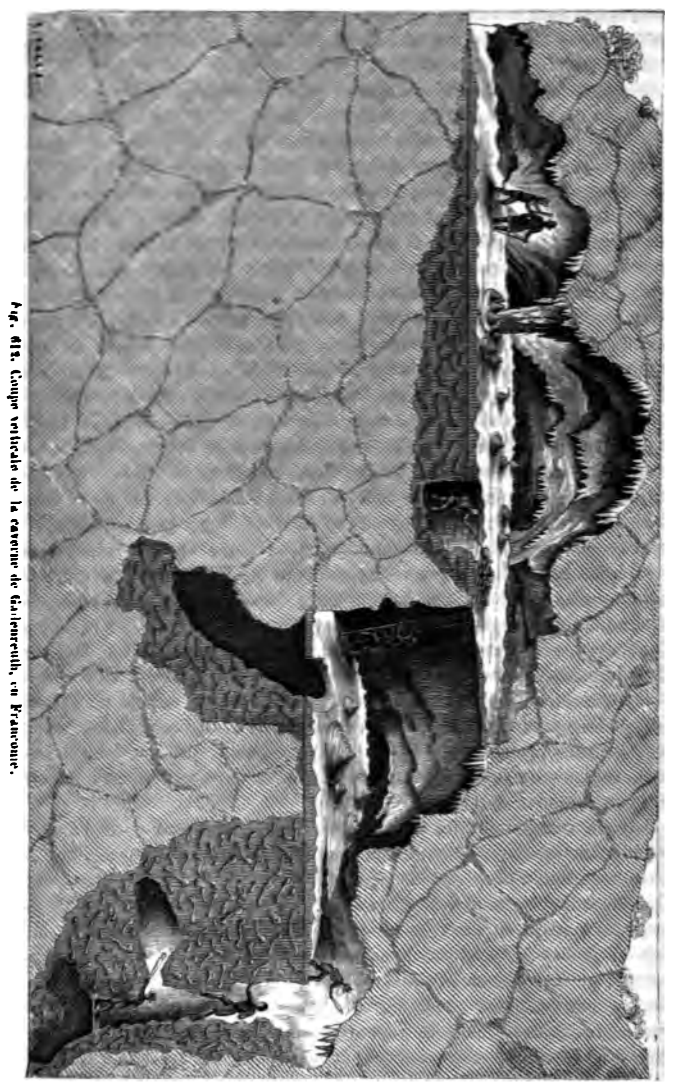


Fig. 612. Coupe verticale de la caverne de Gailenreuth, en Franconie.

rougeâtres, les mêmes genres perdus, tels que les Mastodontes, ou encore représentés, les Éléphants, mais encore des espèces identiques. On trouve, en effet, le *Mastodon giganteum* dans les deux Amériques, en Europe, en Asie et dans l'Australie; le *Mastodon angustidens* en Europe, en Asie et en Amérique; le *Mastodon tapiroides* en France et en Amérique; l'*Elephas primigenius* en Europe, en Amérique, en Asie, et jusque dans les glaces de la Sibérie. Nous croyons donc pouvoir conclure de l'identité des dépôts limoneux, de l'identité de la Faune perdue, et de l'identité des espèces, en Amérique, en Europe, en Afrique, en Asie et dans l'Australie, que le même mouvement des eaux a dû anéantir les grands Animaux terrestres sur tous les points du globe à la fois, aussi certainement qu'il a transporté partout des sédiments identiques. Ce mouvement des eaux serait dû à la dernière surélévation des Andes, lors de la sortie des roches trachitiques. Ce serait aussi à cet instant que les masses si considérables d'alluvions terrestres, contenant des ossements de Mastodontes, d'Éléphants et d'autres grands Animaux d'espèces éteintes, auraient été charriées à la surface des continents, en France, en Italie, dans les deux Amériques et sur les autres parties du monde, jusqu'au pôle nord.

§ 2522. **Caractères paléontologiques.** D'après nos connaissances actuelles, 93 genres inconnus jusqu'alors apparaissent, pour la première fois, dans cet étage, tandis que des genres antérieurement existants, 21 seulement s'y éteignent. On doit donc croire, comme pour l'étage précédent (§ 2502), que la période croissante de développement des terrains tertiaires se continue au delà de l'étage subapennin jusque dans notre époque. Parmi ces 93 genres, 42, ou près de la moitié, dépendent des Mammifères; 26 des Oiseaux, 7 des Reptiles et 8 des Poissons. C'est-à-dire que 81 genres dépendent des Animaux vertébrés; tandis qu'il ne reste plus, pour représenter les trois autres embranchements, que 3 genres pour les Animaux annelés, 4 genres pour les Animaux mollusques, et 3 genres pour les Animaux rayonnés. Voici les caractères stratigraphiques des genres.

§ 2523. **Caractères négatifs tirés des genres.** Les genres, au nombre de 69, que nous avons cités comme s'éteignant dans l'étage falunien (§ 2505). sont autant de caractères négatifs que nous pouvons citer pour l'étage subapennin, où ils ne sont pas arrivés jusqu'à présent.

§ 2524. Pour distinguer l'étage subapennin de l'époque actuelle, nous avons cette multitude de genres, encore inconnus dans le premier, qui forment la Faune actuelle. Il serait trop long de citer ici tous ces genres, qui s'élèvent à plus de 1,300 (§ 1698), et parmi lesquels nous nommerons le genre HOMME (*Homo*), paru avec cette dernière Faune, et la dominant de toute la perfection de ses organes, comme le souverain de toute la nature actuelle.

§ 2525. **Caractères positifs des genres.** L'étage subapennin, dans l'état actuel de nos connaissances, se distingue de l'étage falunien antérieur, par les 93 genres suivants, qui, inconnus dans le précédent étage, paraissent se montrer pour la première fois à l'époque subapennine. Ces genres sont ainsi répartis dans les étages : Parmi les Mammifères, les genres *Protopithecus*, *Speothos*. *Similodon*, *Icticyon*, *Palæcospalax*, *Spalacodon*, *Lonchophorus*, *Theridomys*, *Glossotherium*, *Glyptodon*, *Chlamydotherium*, *Hoplophorus*, *Pachytherium*, *Euryodon*, *Xenurus*, *Megatherium*, *Megalonyx*, *Mylodon*, *Sælidotherium*, *Platyonyx*, *Cælodon*, *Potamohippus*, *Elasmotherium*, *Mericotherium*, *Dremotherium*, *Elephas*, *Hippopotamus*, *Camelus*, *Camelopardalis*, *Cebus*, *Callithrix*, *Jachus*, *Centenes*, *Dasyprocta*, *Echimys*. *Orycteropus*, *Myrmecophaga*, *Dasypus*, *Equus*, *Auchenia*, *Bos* et *Balænoptera*; parmi les Oiseaux, les genres *Dinornis*, *Catarthes*, *Vultur*, *Aquila*, *Motacilla*, *Anabates*, *Alauda*, *Hirundo*, *Caprimulgus*, *Coccizus*, *Picus*, *Psittacus*, *Phasianus*, *Gallus*, *Numida*, *Crypturus*, *Rhea*, *Phœnicopterus*, *Otus*, *Rallus*, *Crex*, *Anser*, *Mergus*, *Anas*, *Larus* et *Colymbus*; parmi les Reptiles, les genres *Testudinites*, *Palæobatrachus*, *Palæophrynos*, *Palæophilus*, *Andrias*, *Chelydra*, et *Ophis*; parmi les Poissons, les genres *Esox*, *Acanthopsis*, *Cobites*, *Rhodeus*, *Aspius*, *Gobius*, *Cyclurus* et *Tinca*; parmi les Crustacés, les genres *Ranina*, *Oniscus* et *Porcellio*; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Clausilia* et *Cuvieria*; parmi les Lamellibranches, les genres *Gnathodon* et *Polia*; parmi les Foraminifères, les genres *Orbulina*, *Oolina* et *Planorbulina*.

§ 2526. De ces genres, ceux qui naissent et meurent dans l'étage sans passer à l'époque actuelle, seront autant de caractères positifs qu'on pourra invoquer pour la distinguer. Ces genres, au nombre de 31, sont les suivants : Parmi les Mammifères, les genres *Protopithecus*, *Speothos*, *Similodon*, *Icticyon*, *Palæcospalax*, *Spalacodon*, *Leuchophorus*, *Theridomys*, *Glossotherium*, *Glyptodon*, *Chlamydotherium*, *Lonchophorus*, *Pachytherium*, *Euryodon*, *Xenurus*, *Megatherium*, *Megalonyx*, *Mylodon*, *Sælidotherium*, *Platyonyx*, *Cælodon*, *Potamohippus*, *Elasmotherium* et *Mericotherium*; parmi les Oiseaux, le genre *Dinornis*; parmi les Reptiles, les genres *Testudinites*, *Palæobatrachus*, *Palæophrynos*, *Palæophilus* et *Andrias*; parmi les Poissons, le genre *Cyclurus*. Nous avons encore, comme caractères distinctifs, les genres, au nombre de 21, qui, nés antérieurement, après avoir vécu plus ou moins longtemps, s'éteignent encore dans l'étage subapennin sans arriver à l'époque actuelle. Ce sont, parmi les Mammifères, les genres *Chæropotamus*, *Hyotherium*, *Palæotherium*, *Anoplotherium*, *Toxodon*, *Metaxytherium*, *Mastodon*, *Hoplotherium*; parmi les Poissons, les genres *Oxyrhina* et *Acanthonemus*; parmi les Bryozoaires, le genr

*Ceriopora;* parmi les Échinodermes, les genres *Pygurus, Arbacia, Hemiaster* et *Runa;* parmi les Zoophytes, les genres *Clausastrea, Ceratotrochus* et *Stephanophyllia;* parmi les Foraminifères, le genre *Pyrulina.* Nous aurions dès lors 52 genres pouvant donner des caractères positifs différentiels entre l'étage subapennin et l'époque actuelle.

§ 2527. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Indépendamment d'un très-grand nombre d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés; indépendamment des Plantes non moins nombreuses, nous avons, seulement en Animaux mollusques et rayonnés, le nombre de 606 espèces, dont nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle,* t. 3, p. 164 et suivantes, les noms discutés, la synonymie et l'indication des principales localités où elles se trouvent. Un nombre considérable d'espèces ont été indiquées dans cet étage, comme étant des analogues d'espèces actuellement vivantes. — Nous avons reconnu qu'une grande partie de ces analogues étaient basés sur de fausses déterminations. Néanmoins, sans vouloir répondre que quelques espèces ne se sépareront pas encore des espèces vivantes dont on les a rapprochées, voici les plus certaines :

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Argonauta hians. | 1 |
| Acteon tornatilis. | 69 |
| Trochus magus. | 87 |
| — conulus. | 95 |
| Turbo rugosus. | 100 |
| Haliotis tuberculata. | 104 |
| Ovula spelta. | 114 |
| Marginella clandestina. | 115 |
| — miliacea. | 116 |
| Erato lævis. | 117 |
| Mitra ebenus. | 118 |
| Chenopus pes-pelicani. | 143 |
| Pleurotoma reticulata. | 158 |
| Murex brandaris. | 187 |
| Ranella reticularis. | 195 |
| Triton nodiferum. | 203 |
| — scrobiculator. | 204 |
| Nassa Neritea. | 226 |
| Buccinum maculosum. | 231 |
| Crepidula convexa. | 248 |
| — glauca. | 248'' |

| MOLLUSQUES. | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Crepidula plana. | 248''' |
| Fissurella græca. | 249 |
| Emarginula fissura. | 250 |
| Umbrella mediterranea. | 267 |
| Lutraria elliptica. | 275' |
| Gastrochæna dubia. | 279 |
| Saxicava arctica. | 280 |
| Solecurtus strigilatus. | 283 |
| Polia legumen. | 284 |
| Mactra Lisor. | 286 |
| Mactra rugosa. | 288' |
| Corbula gibba. | 336 |
| Cardium aculeatum. | 349 |
| — echinatum. | 351 |
| Isocardia cor. | 360 |
| Nucula margaritacea. | 364 |
| Pectunculus glycimeris. | 368 |
| — pilosus. | 372 |
| Lithodomus lithophagus. | 391 |
| Janira Jacobæa. | 413 |
| — maxima. | 414 |

| | Nos du Prodrome |
|---|---|
| Ostrea cochlear. | 424 |
| — navicularis. | 430 |
| Eschara foliacea. | 438 |
| Defrancia mediterranea. | 442 |
| Myriozoum truncata. | 443 |

ZOOPHYTES.

| | |
|---|---|
| Cyathina pseudoturbinolia. | 470 |

FORAMINIFÈRES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Nodosaria floscula. | 497 |
| Marginulina hirsuta. | 507 |
| Cristellaria cassis. | 510 |
| Robulina Ariminensis. | 525 |
| Rotalia Soldanii. | 535 |
| Globigerina bulloides. | 540 |
| Textularia lævigata. | 567 |

Si nous ôtons des 606 espèces mentionnées dans notre *Prodrome*, d'abord les 28 espèces, indiquées à tort ou à raison, comme passant de l'étage falunien à l'étage subapennin (§ 2506) et les 55 espèces de l'étage subapennin signalées comme analogues des espèces actuellement vivantes, en France (1), en tout 83, il ne restera plus que 523 espèces caractéristiques; nombre assez considérable, surtout quand il se joint à une grande quantité d'espèces d'Animaux vertébrés et annelés, et à 212 espèces de Plantes, pour prouver la valeur de cette dernière époque, qui nous a précédés sur le globe.

§ 2528. Pour prouver l'identité d'âge des dépôts de l'Astezan et des autres parties de l'Italie avec les dépôts des environs de Perpignan, nous citerons les espèces suivantes, qui se trouvent simultanément sur les deux points, et sont les plus caractéristiques.

MOLLUSQUES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Scalaria clathra. | 47 |
| — muricata. | 49 |
| Turritella quadricarinata. | 57 |
| — varicosa. | 58 |
| — vermicularis. | 59 |
| Eulima polita. | 65 |
| Ringicula marginata. | 72 |
| Natica millepunctata. | 74 |
| Sigaretus subhaliotideus. | 80 |
| Phorus crispus. | 81 |
| — infundibulum. | 83 |
| Trochus sublimbatus. | 92 |
| Solarium simplex. | 97 |
| Cancellaria varicosa. | 123 |

MOLLUSQUES

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Conus Brocchii. | 131 |
| Conus striatulus. | 139 |
| Strombus Mercati. | 142 |
| Murex turritus. | 186 |
| Ranella submarginata. | 193 |
| Nassa conglobata. | 221 |
| — variabilis. | 230 |
| Terebra Astezana. | 233 |
| Tellina nitida. | 293 |
| — compressa. | 298 |
| Arcopagia gigantea. | 303 |
| Leda subrostrata. | 309 |
| Venus lævis. | 315 |
| — Agassizii. | 318 |

(1) Nous ne pouvons rien dire du nombre d'espèces fossiles des États-Unis, citées par M. Conrad comme identiques aux espèces actuellement vivantes, n'ayant pu en vérifier l'identité.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Venus Genei. | 325 |
| Cardita pectinata. | 338 |
| Pectunculus Insubricus. | 370 |
| Arca subantiquata. | 382 |
| Pinna tetragona. | 384 |
| Pecten dubius. | 409 |
| Terebratula bipartita. | 436 |

ÉCHINODERMES.

| | Nos du Prodrome. |
|---|---|
| Schizaster scillæ. | 445 |
| Spatangus Siculus. | 451 |

ZOOPHYTES.

| | |
|---|---|
| Flabellum Michelini. | 466 |
| Balanophyllia Italica. | 472 |

Nous donnons ici quelques exemples de la Faune de l'époque subapennine (*fig*. 613 à 626).



*Fig*. 619. Cervus megaceros, Cuv.



*Fig.* 613. Ursus spelæus.



*Fig.* 614. Hyæna spelæa.



Fig. 615. Glyptodon clavipes.

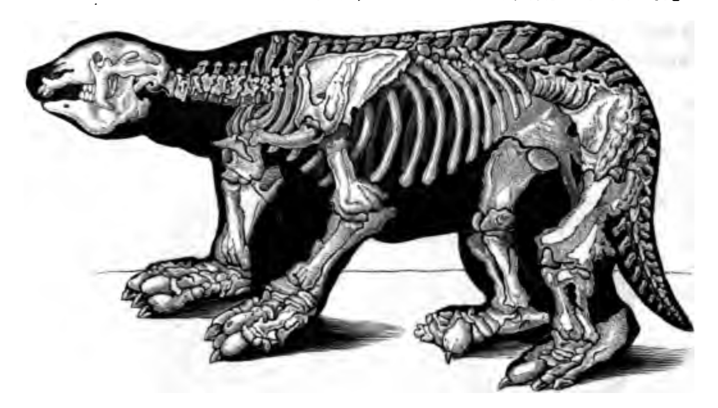


*Fig.* 616. Megatherium Cuvieri



*Fig.* 621.
Orbulina universa.

*Fig.* 617. Mylodon robustus.

§ 2526. **Chronologie historique.** La perturbation géologique qui a mis fin à l'étage falunien (§ 2510) a également éteint 60 genres d'animaux

(§ 2505), le nombre connu de 2723 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés (§ 2507) et 209 espèces de Plantes qui, avec les espèces mul-

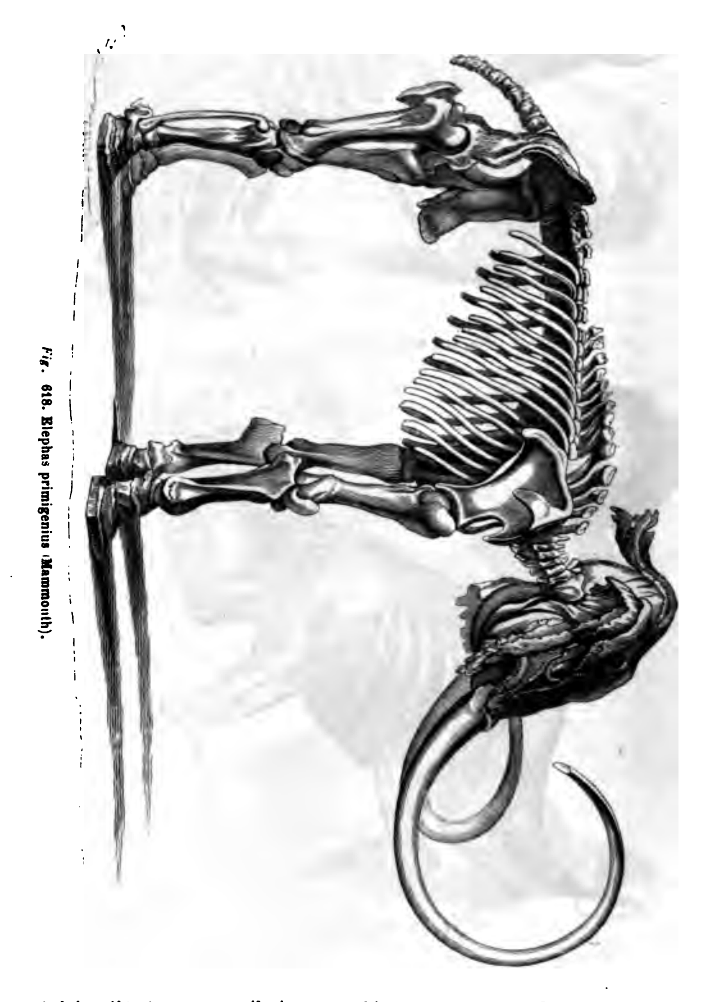


Fig. 618. Elephas primigenius (Mammouth).

*tipliées* d'Animaux vertébrés et annelés, composaient la Faune et la Flore

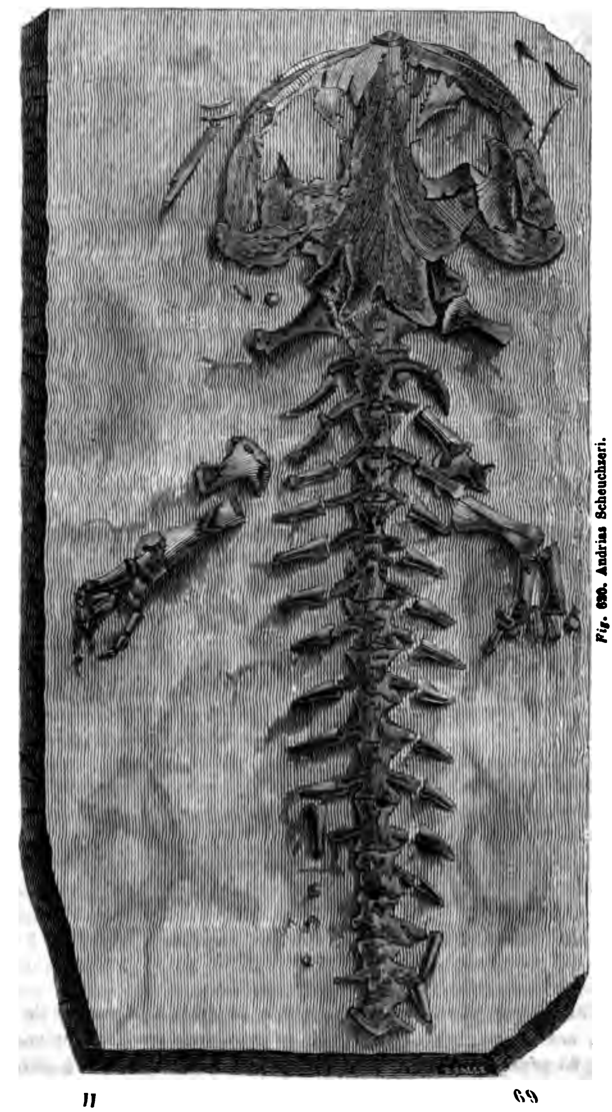


*Fig.* 690. Andrias Scheuchzeri.

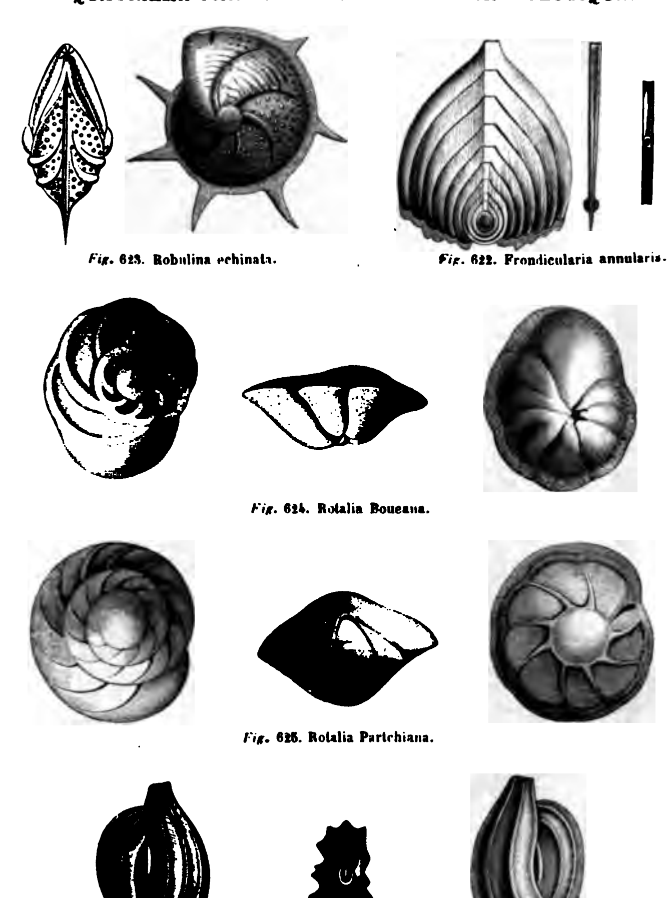


Fig. 623. Robulina echinata.

Fig. 622. Frondicularia annularis.

Fig. 624. Rotalia Boueana.

Fig. 625. Rotalia Partchiana.

Fig. 626. Triloculina Josephina.

de cette époque. Après cette commotion générale à la surface de terre, ont apparu avec la période subapennine, pour repeupler terre, 93 genres d'Animaux inconnus aux étages antérieurs (§ 252

composés d'un grand nombre d'espèces d'Animaux vertébrés, d'Animaux annelés, de 578 espèces d'Animaux mollusques et rayonnés, et d'environ 212 espèces de Plantes toutes nouvelles.

A la fin de l'étage falunien (*voyez* étage 27 de notre carte, *fig.* 568), les mers ont encore complétement changé de lits en Europe et principalement en France. Les trois mers qui couvraient les bassins ligérien, pyrénéen et méditerranéen se sont complétement desséchées. De toutes ces mers, nous ne trouvons plus en France, sur les continents de l'époque actuelle, qu'une petite portion occupant le bord de la Méditerranée, dans les Pyrénées-Orientales et dans l'Hérault, près de Montpellier. On voit, dès lors, qu'en France la forme des mers, à cette époque, différait, seulement sur ces deux points, de la circonscription des mers actuelles ; mais elles couvraient l'Astezan, en Piémont, une partie de l'Italie, les environs de Vienne (Autriche) et une grande partie de l'Europe orientale.

§ 2531. Les continents sont, par la même raison, complétement différents de ce qu'ils étaient pendant l'époque falunienne. Lors de la surélévation de la chaîne des Alpes, les parties de la Suisse, de la Savoie, du Jura, de l'Ain, de l'Isère, des Hautes et Basses-Alpes, de la Drôme, de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, restées le domaine des mers, pendant toutes les grandes périodes jurassiques, crétacées et tertiaires, surgissaient enfin hors des eaux et faisaient partie des continents. Les mers se sont, en même temps, retirées du bassin pyrénéen, depuis longtemps aussi recouvert par les eaux, et du bassin ligérien, qui, éphémère comme l'étage qui l'avait produit, ne dure que pendant l'étage falunien, pour être remplacé de nouveau par une portion continentale. En résumé, les continents, comme les mers, à l'époque subapennine, différaient à peine en France, pour leur circonscription, de la nature actuelle.

§ 2532. Les mers étaient alors peuplées des mêmes genres d'Animaux qu'à l'époque précédente (§ 2511). A peine nous montrent-elles, avec quelques genres nouveaux de Poissons, tels que *Gobius*, *Cyclurus*, etc., trois formes nouvelles de Crustacés, parmi lesquelles les *Oniscus*, les *Porcellio ;* quelques genres de Mollusques (*Cuvieria*, *Polia*), de Foraminifères (*Orbulina*, *Oolina* et *Planorbulina*). La Faune marine est, pour ainsi dire, sans couleur tranchée.

§ 2533. Les continents, au contraire, étaient animés d'une Faune composée d'un grand nombre d'êtres aussi remarquables par leurs proportions que par leurs caractères. Les Mammifères dominaient surtout. C'est alors qu'avec beaucoup de genres différents (§ 2525) des époques antérieures et différents de la Faune actuelle, parmi lesquels se remarquaient les *Glyptodon*, les *Megatherium*, les *Megalonyx*, les *Mylodon*,

les *Mastodon*, aux formes massives, venaient déjà se mêler des genres qui ont survécu jusqu'à nous, tels que les Éléphants (*Elephas*), les Hippopotames, les Chameaux, les Girafes, les Chevaux, les Tatous, etc., etc. Beaucoup d'Oiseaux animaient la campagne; en même temps que des Reptiles multipliés, au nombre desquels, comme pour rivaliser avec ces gigantesques Mammifères que nous avons cités, se trouvait la fameuse Salamandre d'Œningen (*Andrias*), encore plus extraordinaire pour sa taille, comparée à ce que nous connaissons aujourd'hui. Pour nourrir ces énormes Animaux herbivores, qui couvraient notre sol, de l'Italie jusqu'à la mer Glaciale, Animaux qui ne se trouvent plus maintenant que dans les régions tropicales les plus favorisées sous le rapport de la végétation, la nature devait offrir la Flore la plus variée et la plus luxueuse. Voici, du reste, ce que nous connaissons aujourd'hui de cette Flore de l'étage subapennin, d'après les savantes recherches de M. Brongniart. Nous indiquons ici, faute de place, le nombre des espèces de chaque genre par famille.

**Cryptogames amphigènes.**

ALGUES.

| | |
|---|---|
| Confervites. | 1 |
| Sphærococcites. | 1 |

CHAMPIGNONS.

| | |
|---|---|
| Xylomites. | 2 |
| Sphærites. | 2 |

**Cryptogames acrogènes.**

| | |
|---|---|
| Muscites. | 1 |

FOUGÈRES.

| | |
|---|---|
| Adiantum. | 1 |
| Pteris. | 1 |
| Goniopterites. | 1 |
| Tæniopteris. | 1 |

LYCOPODIACÉES.

| | |
|---|---|
| Isoetites. | 1 |

EQUISÉTACÉES.

| | |
|---|---|
| Equisetum. | 1 |

**Monocotylédones.**

NAÏADES.

| | |
|---|---|
| Potamogeiton. | 1 |

GRAMINÉES.

| | |
|---|---|
| Culmites. | 1 |

CYPÉRACÉES.

| | |
|---|---|
| *Cyperites*. | 1 |

LILIACÉES.

| | |
|---|---|
| Smilacites. | 1 |

**Dicotylédones gymnospermes.**

CONIFÈRES CUPRESSINÉES.

| | |
|---|---|
| Callitrites. | 2 |
| Widdringtonites. | 1 |
| Taxodites. | 3 |
| Thuioxylum. | 3 |

CONIFÈRES ABIÉTINÉES.

| | |
|---|---|
| Abietites. | 3 |
| Pinites. | 9 |
| Peuce. | 1 |
| Eleoxylon. | 4 |

CONIFÈRES TAXINÉES.

| | |
|---|---|
| Taxites. | 3 |
| Taxoxylum. | 2 |
| Salisburia. | 1 |

**Dicotylédones angiospermes.**

MYRICÉES.

| | |
|---|---|
| Comptonia. | 4 |
| Myrica. | 1 |

BÉTULACÉES.

| | |
|---|---|
| Betula. | 2 |
| Alnus. | 4 |

| | |
|---|---|
| **CUPULIFÈRES.** | |
| Quercus. | 13 |
| Quercinium. | 3 |
| Fagus. | 3 |
| Fegonium. | 1 |
| Carpinus. | 2 |
| **ULMACÉES.** | |
| Ulmus. | 7 |
| Ulminium. | 1 |
| Celtis. | 1 |
| **BALSAMIFLUES.** | |
| Liquidambar. | 3 |
| **SALICINÉES.** | |
| Populus. | 5 |
| Salix. | 5 |
| **LAURINÉES.** | |
| Daphnogene. | 1 |
| **THYMÉLÉES.** | |
| Hauera. | 1 |
| **SANTALACÉES.** | |
| Nyssa. | 1 |
| **CORNÉES.** | |
| Cornus. | 1 |
| **MYRTACÉES.** | |
| Myrtus. | 1 |
| **CALYCANTHÉES.** | |
| Calycanthus. | 1 |
| **POMACÉES.** | |
| Pyrus. | 3 |
| Cratægus. | 1 |
| Cotoneaster. | 1 |
| **ROSACÉES.** | |
| Rosa. | 1 |
| Spiræa. | 1 |
| **AMYGDALÉES.** | |
| Prunus. | 4 |
| Amygdalus. | 2 |
| **LÉGUMINEUSES.** | |
| Robinia. | 1 |
| Cytisus? | 2 |
| Amorpha. | 1 |
| Glycyrrhiza. | 1 |
| Phaseolites | 4 |
| Gleditschia. | 1 |
| Bauhinia. | 1 |
| Cassia. | 4 |
| Acacia. | 1 |
| Mimosites. | 1 |
| **ANACARDIÉES.** | |
| Rhus. | 8 |
| **JUGLANDÉES.** | |
| Juglans. | 7 |
| **RHAMNÉES.** | |
| Karwinskia. | 1 |
| Rhamnus. | 6 |
| Ziziphus. | 2 |
| Paliurus. | 1 |
| Ceanothus. | 5 |
| **CÉLASTRINÉES.** | |
| Celastrus. | 3 |
| Evonymus. | 1 |
| **SAPINDACÉES.** | |
| Sapindus. | 3 |
| **ACÉRINÉES.** | |
| Acer. | 14 |
| Acerinium. | 1 |
| **TILIACÉES.** | |
| Tilia. | 1 |
| **MAGNOLIACÉES.** | |
| Liriodendron. | 1 |
| **CAPPARIDÉES.** | |
| Capparis. | 1 |
| **SAPOTÉES.** | |
| Symplocos. | 1 |
| Styrax. | 1 |
| **OLÉACÉES.** | |
| Fraxinus. | 1 |
| **EBÉNACÉES** | |
| Diospyros. | 1 |
| **ILICINÉES.** | |
| Ilex. | 5 |
| Prinos. | 1 |
| Nemopanthes. | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ERICACÉES. | | Andromeda. | 1 |
| Rhododendron. | 1 | Vaccinium. | 3 |
| Azalea. | 1 | Ledum. | 1 |

§ 2534. **Zones isothermes.** En arrivant à l'époque qui nous a précédés sur la terre, nous croyons devoir conclure relativement aux lignes isothermes des âges géologiques. Nous avons vu aux terrains paléozoïques (§ 1668), que les mêmes Animaux, les mêmes Plantes, avec le caractère d'une Faune et d'une Flore tropicales, s'étendaient, pendant cette période, de la zone torride actuelle jusqu'aux régions polaires. Nous reconnaissons la même distribution, lors des grandes périodes des terrains jurassiques (§ 1883) et des terrains crétacés (§ 2163). Avons-nous trouvé des changements pendant les étages tertiaires? Ce que nous avons dit aux étages suessonien (§ 2426), parisien (§ 2460), et surtout à l'étage falunien (§ 2513), prouve déjà que, durant toutes les époques antérieures à l'étage subapennin, les lignes isothermes actuelles n'existaient pas, étant neutralisées par la chaleur propre à la terre. Voyons maintenant ce que nous donne l'étage subapennin. Commençons par la Faune marine.

La Faune marine de l'étage subapennin renferme, dans l'Astezan et à Perpignan, un grand nombre d'espèces des genres *Phorus*, *Solarium*, *Cypræa*, *Mitra*, *Cancellaria*, *Conus*, *Strombus*, *Fusus*, *Pyrula*, *Fasciolaria*, *Terebra*, *Perna*, *Chama*, *Plicatula*, *Brissus*, *Flabellum*, etc., etc., composant une Faune qui ne se rencontre plus aujourd'hui que sous la zone torride et dans les régions les plus chaudes des mers actuelles. Nous aurions donc encore, pour l'étage subapennin, des faits analogues à ceux qu'on observe à toutes les époques, depuis le commencement du monde animé.

Lorsque nous voyons tous ces genres, propres seulement aux régions chaudes, se rencontrer aujourd'hui dans l'étage parisien à Paris, à Londres, en Belgique jusqu'au 52° de latitude; dans l'étage falunien de la Touraine, de Cassel, de Vienne; dans l'étage subapennin de Perpignan, de l'Astezan, avec tous les autres êtres qui caractérisent les Faunes tropicales, et qu'on ne trouve plus que là, aujourd'hui, nous sommes forcé de conclure que, tandis que ces Faunes existaient à Paris, à Londres, en Belgique, en Italie et en Autriche, ces différents points jouissaient d'une température égale à la température actuelle de la zone tropicale. Ces faits, reconnus jusque dans l'étage subapennin qui nous a précédés sur la terre, prouvent, on doit le croire, que la chaleur propre à la terre s'est maintenue dans les mers d'Europe, jusqu'à la dernière période géologique, et a neutralisé, jusqu'à cette époque, l'influence de la température que les lignes isothermes actuelles donnent à la France, à l'Angleterre et à l'Italie.

Peut-on expliquer ce fait par l'influence des courants d'eau chaude, qui aurait échauffé ces diverses parties des mers européennes? Nous ne le pensons pas : d'abord, parce que les courants, comme nous l'avons dit (§ 113), n'ont qu'une action partielle, très-limitée, toujours exceptionnelle, jamais générale; ensuite, parce que, malgré les changements considérables de forme qui ont eu lieu dans les mers des diverses époques tertiaires, changements modifiant constamment les courants, on voit toujours se succéder, sur les mêmes régions, pendant les étages suessonien, parisien, falunien et subapennin, les mêmes Faunes tropicales, ce qui prouve une action continue et non une action exceptionnelle. Une preuve sans réplique nous reste encore. Les courants d'eau chaude ou froide peuvent modifier la Faune marine côtière; mais ces courants n'ont qu'une influence très-faible sur la Faune terrestre contemporaine, le soleil exerçant partout son action, comme nous avons pu le reconnaître en Amérique. Quelle était la faune terrestre contemporaine des étages parisien (1), falunien et subapennin en France, en Angleterre et dans le reste de l'Europe? Elle offrait, en même temps que ces genres marins des régions chaudes, sur les continents de ces époques, des Singes, des Rhinocéros, des Tapirs, des Éléphants, des Hippopotames, des Girafes, propres, aujourd'hui, seulement aux régions tropicales, avec beaucoup d'êtres perdus, que leurs caractères zoologiques placent à côté de ceux-ci, également dans des régions chaudes, comme les Palæotherium, les Anoplotherium, les Mastodon, etc., etc. On doit donc croire que cette température tropicale existant en France et dans le reste de l'Europe, jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur la terre, dans les mers et sur les continents, était la température de ces régions et non le résultat de l'influence des courants.

En résumé, il paraîtrait prouvé que, jusqu'à cette époque antérieure à notre création, la chaleur centrale avait assez d'action pour neutraliser l'effet de la latitude; aussi le cantonnement isotherme des Faunes paraît-il appartenir exclusivement à notre époque. Il en est de même du morcellement actuel des Faunes côtières de toutes les parties du monde.

§ 2535. L'étage subapennin, si nous en jugeons par le nombre des dépouilles de grands Mammifères qu'il renferme, surtout en Russie, paraît avoir été remarquable sous ce rapport; mais, la nature ne devant pas toujours se maintenir en repos, il s'opère un dernier mouvement qui, bien plus considérable que les autres, donne à la

(1) La Flore terrestre étudiée par M. Bowerbank, dans l'étage parisien de l'île de Sheppey, est toute des régions tropicales.

Cordillère des Andes son grand relief d'aujourd'hui. D'immenses affaissements ayant eu lieu au sein du grand Océan, la Cordillère, par suite d'un mouvement de bascule, se disloque sur 50 degrés de longueur dans la direction du N. 5° E. au S. 5° O.; et prend l'élévation actuelle que nous appelons *Système chilien*. C'est alors que son axe, béant sur quelques points, par suite d'une forte pression latérale, donne issue aux matières trachytiques incandescentes qui débordent et envahissent plusieurs points de la crête de cette vaste chaine. Une dislocation de 50° ou de 1250 lieues de longueur, qui a produit une des plus hautes chaînes du monde, n'a pu avoir lieu sans déplacer proportionnellement les eaux marines. Balancées alors avec force, celles-ci ont envahi les continents, anéanti et entraîné les grands Animaux terrestres de la Faune subapennine, en les déposant, avec les particules terrestres, à toutes les hauteurs dans les bassins terrestres, dans les cavernes et dans toutes les cavités où les eaux pouvaient pénétrer (§ 2521). M. Élie de Beaumont regarde comme correspondant à la fin de l'étage subapennin, la dislocation qu'il désigne comme son *Système de la chaîne principale* des Alpes, dont la direction est de l'O. 16° S. à l'E. 16° N. et qui a donné aux Alpes la forme que nous leur connaissons. On voit que les changements qui se sont opérés à la surface du globe sont bien suffisants pour expliquer l'anéantissement des grands Animaux terrestres qui nous ont précédés sur la terre, et la fin de l'époque qui nous occupe.

# SEPTIÈME CHAPITRE.

## SIXIÈME ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

### Terrains contemporains ou de l'époque actuelle.

*Apparition* de la Faune et de la Flore marines et terrestres, contemporaines de l'HOMME, et existant maintenant sur le globe terrestre.

§ 2536. Nous réunissons sous le nom d'étage contemporain tous les faits géologiques qui, accomplis dans la mer ou sur les continents, ont eu lieu depuis l'apparition de la Faune actuelle et de l'homme sur la terre.

§ 2537. **Synonymie.** Partie des *Terrains quaternaires* de M. Desnoyers; *Terrains quaternaires* de M. Marcel de Serres, de M. Reboul; le *nouveau Pliocène*, la *Période récente*, de M. Lyell; le *Groupe moderne* de M. de la Bèche; le *Terrain moderne* de M. d'Omalius; la *Période jovienne* et partie des *Alluvions* de M. Brongniart; la *Partie supérieure des Terrains clysmiens et des Terrains modernes* de M. Huot; les *Terrains diluviens* terrestres et marins de M. d'Orbigny (Amérique méridionale); l'*Alluvial depositi* de M. Gidéon Mantel; le *Postdiluvium*

de plusieurs auteurs; le *Loess* et le *Lehm* des bords du Rhin de MM. Brown et Lyell; le *Pleistocene marine* et le *Pleistocene Freshwater* de M. Morris (Catalogne); le *Drift* des géologues américains.

*Type*, les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée); Nice; Sicile; Monaco.

§ 2538. **Extension géographique.** Les faits géologiques de l'époque actuelle se divisent, suivant leur nature, en dépôts marins et dépôts terrestres. Commençons par les premiers. On trouve des dépôts marins contenant des Coquilles marines identiques aux espèces vivantes, mais au-dessus du niveau actuel des mers, sur une infinité de points du globe, ou, pour ainsi dire, sur toutes les côtes du monde. Nous allons, pour le prouver, en citer quelques exemples. On trouve en France, dans le golfe de Luçon (Vendée et Charente-Inférieure), d'abord les fameux bancs d'huîtres de Saint-Michel-en-l'Herm, élevés de 10 à 15 mètres au-dessus du niveau de la mer, et à 6 kilomètres dans la terre; puis des Coquilles marines se remarquent à 8 et 10 lieues de l'Océan, à l'Isle-d'Elle, au-dessus de Marans, et dans le canal de la Banche. M. Jardine a trouvé, à Figgate-Whins (Écosse), des Huîtres à quelques pieds au-dessus du niveau actuel de la mer. En Angleterre, on en cite dans le Cornwall, le Devonshire, etc.

Les bords de la Méditerranée en montrent sur une infinité de points. A Monaco, un grand nombre de Coquilles de la Méditerranée se trouvent bien au-dessus du niveau de la mer, dans une roche souvent assez compacte. On en voit près de Nice, à la presqu'île de Saint-Hospice, à 18 mètres au-dessus de la mer. M. de la Marmora en a rencontré en Sardaigne, près de Cagliari, avec de la poterie grossière, à 50 mètres au-dessus de la mer, et à 1 lieue de distance; les Huîtres (*Ostrea edulis*) étaient encore fixées aux rochers. On les voit en Sicile, à Palerme, à 7 mètres; aux environs de Pouzzoles, près de Naples, avec des poteries et des sculptures. M. Beudant dit même qu'on reconnaît des Coquilles identiques aux Coquilles marines actuelles, jusqu'à la hauteur de 700 mètres au-dessus de l'Océan. Nous pourrions citer un grand nombre de localités de l'État romain, de l'Algérie, des bords de l'Adriatique; mais nous nous contenterons d'indiquer quelques points de la Grèce, étudiés par MM. Boblaye et Virlet: le fort Nauplie, où des lignes de perforations de Lithodomes (§ 791) se trouvent à 5 mètres au-dessus des eaux; la presqu'île de Malée, les plaines au-dessous de Tirynthe, etc.

Les bords des mers du Nord ont offert des gisements très-remarquables. On se souvient que M. Keilhau, dans ses importants travaux, a cité depuis longtemps, aux environs de Christiania (Norwége), la curieuse colline de Saint-Hans Hoien, visitée plus tard par MM. Scheever, Bœck, de Buch, Murchison, Forchhammer, Durocher, Desor, Frapolli, où, à la

hauteur de 56 mètres au-dessus de la mer, se voient des Serpules attachées à la roche. M. Robert a découvert à 3 et 4 lieues de Christiania, sur la route de Drammen, près du hameau de Gyssestad, des Coquilles perforantes qui forment une bande à 50 mètres au-dessus des océans. M. Scheever en a également reconnu, à la même hauteur, près de Brewig, dans la Norwége méridionale. M. Brongniart, depuis longtemps, avait observé à 70 mètres au-dessus de la mer, à Uddewalla, en Suède, des bancs de Coquilles identiques aux Coquilles marines de la Baltique. MM Murchison, de Verneuil et de Keyserling ont rencontré sur les bords de la Dvina et de la Vaga, en Russie, à 100 lieues de la mer Blanche, des couches marines contenant les mêmes Coquilles marines qu'à Uddewalla. On cite encore des points où les Coquilles marines s'élèvent jusqu'à 140 mètres au-dessus des eaux actuelles. Ces faits, joints aux beaux travaux de MM. Keilhau et Bravais sur les anciens niveaux dans la mer du Finmarck, en Norwége; en Suède, entre Alten et Stockholm; au Spitzberg, etc., démontrent le changement de niveau des dépôts marins.

Les rivages occidentaux et même quelques points assez éloignés des côtes de l'océan Atlantique, montrent encore des dépôts marins de notre époque. Les travaux du capitaine Bayfield, illustrés par M. Lyell, prouvent qu'il en existe au Canada, dans le golfe de Saint-Laurent, de 10 à 100 mètres au-dessus de la mer. Le Drift de Montréal, avec *Mya truncata*, le prouve encore, ainsi que le Drift des environs de New-York, qui, au milieu de terrains considérables de transports superficiels, contiennent souvent le *Venus mercenaria* des mers voisines. On connaît des dépôts marins sur presque toute la côte des États-Unis, à l'île Anastase (Floride), à l'embouchure du Potomac, ainsi qu'aux environs de Charlestown, par exemple. Les Antilles, surtout, offrent sur une infinité de points, des dépôts de Polypiers et de Coquilles identiques à ceux des mers actuelles. M. de la Sagra nous a communiqué une belle collection des environs de Cuba ; M. Hotessier nous a également donné un grand nombre d'espèces de fossiles identiques du Vieux-Fort, à la Guadeloupe, et de Marie-Galante; il en existe encore à Saint-Domingue (au cap Haïtien), à Saint-Christophe, où M. Maclure les trouva jusqu'à la hauteur de 500 mètres au-dessus de la mer. M. Martins les a reconnus à Bahia, sur les côtes du Brésil. Les recherches de M. Darwin et les nôtres les ont démontrés dans l'Amérique méridionale, sur les côtes des deux Océans. Elles existent à Buenos-Ayres, à Maldonado, à Montevideo (république de l'Uruguay), à la Bahia-Blanca, à la Bahia de San-Blas (Patagonie). Sur le versant opposé, des dépôts de cette nature existent à Talcahuano, à Coquimbo (Chili), à Cobija (à 10 mètres) (Bolivia), à Lima, à Arica (Pérou), où nous avons trouvé des zones salées jusqu'à 300 mètres au

dessus de la mer actuelle. M. Jack a encore cité des dépôts de cette époque dans la Malaisie, aux iles de la Sonde, principalement à l'île Poulo-Nias, près de Sumatra; on y voit des Tridacnes avec des Madrépores. On en voit encore à Timor, à 300 mètres d'élévation; à la Nouvelle-Hollande, à la terre de Diemen, aux îles Mariannes, aux îles Sandwich, à l'île de France, etc., etc.

§ 2539. Les dépôts terrestres de notre époque sont des plus variés; et comme ils rentrent dans les causes actuelles, que nous avons traitées aux éléments stratigraphiques (§ 130 à 136), nous nous contenterons d'indiquer les principaux qui ne sont plus dans leur position normale, ou ceux qui forment de vastes étendues. Les *Tourbes*, évidemment formées dans les marais terrestres et qui se trouvent actuellement sous les eaux de la mer, sont très-répandues. Nous en avons vu deux exemples sur la côte de Normandie : l'un entre Villers et Bénerville, où la tourbe apparait seulement lors de la basse mer; l'autre auprès de Criquebeuf (Calvados). Il en existe près de Morlaix (Finistère). On en voit encore en Angleterre dans le Cornwall, près de Pensance; dans le Lincolnshire, près de Sutton; aux environs de Peebles et de Frith-of-Bay (Écosse), et en Islande.

§ 2540. Parmi les dépôts terrestres, se placent ces alluvions récentes qui couvrent les dépressions du sol de tous les pays. Elles sont surtout considérables dans les vallées de certaines rivières, dont le cours se ralentit momentanément, comme dans la Saône, entre Châlon et Trévoux, et déposent ces sédiments fluviatiles appelés lehm, qui se retrouvent encore dans la vallée du Rhin, à Hagenbienten, près de Strasbourg, et du Rhône. D'autres fois, ces dépôts, produits des lavages du sol, ont pénétré dans les cavernes et les autres anfractuosités terrestres et ont formé soit des brèches osseuses, comme aux environs de Bastia (Corse), dans le Gard, près de Pondre, ou se sont mélangés avec des sédiments marins, comme à la base du château de Nice. C'est, ainsi que nous l'avons dit ailleurs (§ 197), avec ces dépôts terrestres, et même dans les dépôts marins de cette époque qu'ont été recueillis les ossements humains, ou les produits de l'industrie, trouvés à l'état fossile.

§ 2541. **Stratification.** Nous citerons ici un fait d'une très-haute importance, qui ressort évidemment du gisement des couches contemporaines marines, par rapport au niveau des mers. On admet généralement que le niveau des mers est invariable (à la condition, toutefois, qu'il n'y aura pas d'affaissements sous-marins considérables, § 1881), et de ce niveau constant des eaux on a conclu, avec raison, que les côtes se sont exhaussées inégalement sur différents points du globe. D'un autre côté, on admet encore que la discordance de stratification

[illegible] âges géologiques complète- [illegible] différence d'élé- [illegible] contemporain, par rapport au [illegible] discordance? [illegible] actuellement [illegible] exhaussement [illegible] à la [illegible] l'autre, on [illegible] mares iso- [illegible] continents surélevés [illegible] mers représentent [illegible] stratification qui, [illegible] qu'elle soit [illegible] ensemble [illegible] pas moins réelle- [illegible] fait important, afin de prouver [illegible] stratification entre deux séries de cou- [illegible] rapport avec les limites des Faunes que [illegible] séries [illegible] pas toujours [illegible] cette discordance [illegible] limites des Faunes pour qu'elle indique une différence [illegible]

6° *Composition minéralogique*. On a vu aux éléments stratigra- phiques [illegible] dans les mers actuelles, des sédiments de [illegible] sur ce sujet, mais nous constate- [illegible] changements que ces sédiments ont pu subir depuis le commen- [illegible] les couches à l'état sédimentaire se trouvent [illegible] marins [illegible] différents pays, comme à Saint-Mi- chel [illegible] Vendée, [illegible] Suède, etc. D'autres fois, les *[illegible]* contenant les dépouilles des Coquilles marines avec leurs [illegible] agglutinés avec le sable par un ciment calcaire, qui en [illegible] ainsi qu'on le voit à Lyon, sur les [illegible] plusieurs points des bords de la Méditerranée, [illegible] Antilles où ce genre de roche se forme, pour ainsi dire, sous nos yeux, comme à la Guadeloupe, où M. Deville l'a observé. Nous avons rencontré les Coquilles entièrement décolorées et [illegible] entourées de cristaux de sulfate de chaux, dans les couches marines de la Bahia de San-Blas, en Patagonie. Les *[illegible] contemporains* les plus remarquables, sous le rapport du chan- gement qu'ils ont subi, sont ceux des environs de la ville de Cuba, et de la Guadeloupe, aux Antilles. Non-seulement les Coquilles sont dé- *composées*, mais encore elles ont souvent disparu et laissent seulement, au milieu d'un calcaire blanc, souvent très-compacte, des empreintes et des moules, comme on les voit dans tous les âges géologiques, jus- qu'aux plus anciens. Ces calcaires, qui ressemblent à l'étage corallien

de divers points de France, sont la preuve sans réplique que le degré de dureté et de transformation des dépôts sédimentaires n'est nullement en rapport avec leur ancienneté relative; fait qui démontre une fois de plus le peu de valeur qu'on doit accorder aux caractères minéralogiques des couches appliqués à l'âge.

§ 2543. **Des oscillations du sol.** On a désigné de cette manière les affaissements et les exhaussements partiels, d'inégale valeur, de quelques points littoraux ou continentaux, qui se sont manifestés depuis l'époque actuelle et qui ont produit les différences de niveau des dépôts marins signalés à l'extension géographique (§ 2538). Nous allons nous occuper spécialement de ce genre de phénomènes, de ses causes et de ses effets (1).

**Des exhaussements du sol.** On les a d'abord cités sur les bords de la Baltique, à la péninsule scandinave, et dans le golfe de Bothnie. M. de Buch, dans un voyage qu'il fit en Suède, en 1809, a observé les coquilles qui vivent encore aujourd'hui sur la côte, jusqu'à la hauteur de 200 pieds, et il a acquis la certitude que les côtes de la Finlande éprouvent des exhaussements lents. M. Lyell, qui, en 1834, visita le golfe de Bothnie, se basant également sur les coquilles marines placées bien au-dessus de leur niveau actuel d'habitation, pensa que la péninsule scandinave éprouve des mouvements d'élévation graduelle. Ces faits, et tous ceux de surélévation que nous avons mentionnés aux couches marines (§ 2538), ne laissent aucun doute qu'il ne se soit manifesté, sur tous les points du globe, des surélévations d'inégale valeur, dont les limites connues s'élèvent jusqu'à 700 mètres au-dessus de la mer.

Il reste maintenant à constater, par des recherches spéciales, de quelle manière se sont opérés ces changements de niveau; s'ils sont le résultat de mouvements lents ou de mouvements brusques.

§ 2544. **Des mouvements lents.** Les traces de mouvements lents successifs, de surélévations d'une côte, sont faciles à distinguer des mouvements brusques. Les mouvements successifs et continuels de surélévation d'une côte se distinguent, en effet, par une continuité de phénomènes identiques; ils forment ce qu'on appelle une côte en retraite, sur laquelle on suit *toujours et sans interruption*, de la partie la plus élevée et la plus éloignée de la mer jusqu'à la côte actuelle, les dépôts caractéristiques du niveau des hautes mers, reconnaissables au mélange de toutes choses qu'ils offrent (§ 107), et le désordre de tous les matériaux. Des côtes en retraite de diverse nature se voient sur quelques

(1) Le 16 mai 1849, nous avons traité la question des oscillations modernes et anciennes, dans une leçon spéciale faite à la Faculté des sciences de Paris.

entre deux séries de couches dénote des âges géologiques complétement différents. Ne peut-on pas se demander si cette différence d'élévation des dépôts marins de l'étage contemporain, par rapport au niveau actuel des mers, ne constitue pas une véritable discordance? Il est certain que, par les dépôts de tourbe terrestre actuellement sous les eaux de la mer, on constate un affaissement réel de 5 à 10 mètres au-dessous du niveau actuel des marées ; que de l'autre, on voit les dépôts marins s'élever du niveau supérieur de ces marées jusqu'à la hauteur absolue de 700 mètres au-dessus. Les points surélevés par rapport à la ligne que forme le niveau actuel des mers représentent donc une véritable discordance de stratification qui, bien qu'elle soit peu de chose par rapport à l'ensemble, n'en existe pas moins réellement. Nous avons voulu faire ressortir ce fait important, afin de prouver qu'une légère discordance de stratification entre deux séries de couches, lorsqu'elle n'est pas en rapport avec les limites des Faunes que renferment respectivement ces deux séries, ne peut pas toujours dénoter une différence d'époques. Il faut donc que cette discordance coïncide avec les limites des Faunes, pour qu'elle indique une différence d'époques.

§ 2542. **Composition minéralogique.** On a vu aux éléments stratigraphiques (§ 78 à 87) qu'il existe, dans les mers actuelles, des sédiments de toute nature. Nous ne reviendrons pas sur ce sujet, mais nous constaterons les changements que ces sédiments ont pu subir depuis le commencement de l'époque actuelle. Des couches à l'état sédimentaire se trouvent encore dans les dépôts marins des différents pays, comme à Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée), à Udderwalla (Suède), etc. D'autres fois, ces dépôts marins, contenant les dépouilles des Coquilles marines avec leurs couleurs, sont agglutinés avec le sable par un ciment calcaire, qui en forme une roche propre à bâtir, ainsi qu'on le voit à Lyon, sur les côtes du Calvados. sur plusieurs points des bords de la Méditerranée, en Sicile, et surtout aux Antilles, où ce genre de roche se forme, pour ainsi dire, sous nos yeux, comme à la Guadeloupe, où M. Deville l'a observé. Nous avons rencontré les Coquilles entièrement décolorées et tout à fait décomposées, entourées de cristaux de sulfate de chaux, dans les couches marines de la Bahia de San-Blas, en Patagonie. Les dépôts contemporains les plus remarquables, sous le rapport du changement qu'ils ont subi, sont ceux des environs de la ville de Cuba, et de la Guadeloupe, aux Antilles. Non-seulement les Coquilles sont décomposées, mais encore elles ont souvent disparu et laissent seulement. au milieu d'un calcaire blanc, souvent très-compacte, des empreintes et des moules, comme on les voit dans tous les âges géologiques, jusqu'aux plus anciens. Ces calcaires, qui ressemblent à l'étage corallien

de divers points de France, sont la preuve sans réplique que le degré de dureté et de transformation des dépôts sédimentaires n'est nullement en rapport avec leur ancienneté relative; fait qui démontre une fois de plus le peu de valeur qu'on doit accorder aux caractères minéralogiques des couches appliqués à l'âge.

§ 2543. **Des oscillations du sol.** On a désigné de cette manière les affaissements et les exhaussements partiels, d'inégale valeur, de quelques points littoraux ou continentaux, qui se sont manifestés depuis l'époque actuelle et qui ont produit les différences de niveau des dépôts marins signalés à l'extension géographique (§ 2538). Nous allons nous occuper spécialement de ce genre de phénomènes, de ses causes et de ses effets (1).

**Des exhaussements du sol.** On les a d'abord cités sur les bords de la Baltique, à la péninsule scandinave, et dans le golfe de Bothnie. M. de Buch, dans un voyage qu'il fit en Suède, en 1809, a observé les coquilles qui vivent encore aujourd'hui sur la côte, jusqu'à la hauteur de 200 pieds, et il a acquis la certitude que les côtes de la Finlande éprouvent des exhaussements lents. M. Lyell, qui, en 1834, visita le golfe de Bothnie, se basant également sur les coquilles marines placées bien au-dessus de leur niveau actuel d'habitation, pensa que la péninsule scandinave éprouve des mouvements d'élévation graduelle. Ces faits, et tous ceux de surélévation que nous avons mentionnés aux couches marines (§ 2538), ne laissent aucun doute qu'il ne se soit manifesté, sur tous les points du globe, des surélévations d'inégale valeur, dont les limites connues s'élèvent jusqu'à 700 mètres au-dessus de la mer.

Il reste maintenant à constater, par des recherches spéciales, de quelle manière se sont opérés ces changements de niveau; s'ils sont le résultat de mouvements lents ou de mouvements brusques.

§ 2544. **Des mouvements lents.** Les traces de mouvements lents successifs, de surélévations d'une côte, sont faciles à distinguer des mouvements brusques. Les mouvements successifs et continuels de surélévation d'une côte se distinguent, en effet, par une continuité de phénomènes identiques; ils forment ce qu'on appelle une côte en retraite, sur laquelle on suit *toujours et sans interruption*, de la partie la plus élevée et la plus éloignée de la mer jusqu'à la côte actuelle, les dépôts caractéristiques du niveau des hautes mers, reconnaissables au mélange de toutes choses qu'ils offrent (§ 107), et le désordre de tous les matériaux. Des côtes en retraite de diverse nature se voient sur quelques

(1) Le 16 mai 1849, nous avons traité la question des oscillations modernes et anciennes, dans une leçon spéciale faite à la Faculté des sciences de Paris.

points de la France. Nous citerons, comme exemple, les anses comprises entre la pointe des Minimes et Angoulin; entre Angoulin et la pointe de Châtelaillon; entre celle-ci et la pointe du Rocher, et entre la pointe du Rocher et de Fouras, sur la côte de la Charente-Inférieure, où l'on suit soit les cordons littoraux successifs composés de galets, soit des dépôts de gros sable et de coquilles brisées, sans interruption, du rivage actuel de la mer jusqu'à une plus ou moins grande distance dans les terres, sur des points aujourd'hui couverts de culture ou de prairies. Les côtes qui ont éprouvé une surélévation lente successive sont donc faciles à reconnaître par leur uniformité de dépôts, se reproduisant sans interruption en dedans des côtes actuelles.

§ 2545. **Des mouvements brusques.** La plus grande partie des points surélevés de l'époque actuelle dépendent, au contraire, de causes fortuites, et sont, sans aucun doute, le résultat de mouvements brusques par rapport au niveau des mers actuelles. Il suffit, en effet, de jeter les yeux sur les figures données par M. Darwin des anciennes côtes qu'il a si bien observées dans l'Amérique méridionale, pour s'assurer qu'elles sont le résultat de mouvements brusques successifs d'inégale valeur, qui ont laissé sur le sol comme des gradins à chacun de ces mouvements (1). Pour le prouver, prenons, sur le même continent, un point que nous avons soigneusement observé dans ses plus petits détails. Nous avons vu en Patagonie, dans le fond de la Bahia de San-Blas, au lieu dit *Riacho-del-Ingles*, à 10 mètres au-dessus du lieu où elles vivent maintenant, et à 4 kilomètres de la mer, une quinzaine d'espèces de coquilles, dans un sable vaseux, où elles ont toutes leur position normale d'existence. Toutes les Bivalves y sont entières et telles qu'elles ont vécu; les *Solen*, les *Leda*, les *Venus* et autres sont placés verticalement; et depuis qu'elles ont cessé de vivre sur ce point, elles n'ont assurément souffert aucun dérangement. Le sol a donc, par suite d'un mouvement brusque, été placé tout d'un coup à 10 mètres au-dessus du niveau que ces coquilles habitent maintenant, sans avoir subi, en aucune manière, l'effet de la vague sur une côte en retraite (§ 2544). Pour corroborer ce fait, on voit, à 7 mètres environ, au-dessus de ces bancs sous-marins, régner l'ancien littoral, avec tous les désordres qu'offre toujours le niveau des marées. Nous avons donc à la fois les bancs sous-marins et les côtes de cette époque, placés à 10 mètres au-dessus de la côte actuelle et sans intermédiaires. Si ces bancs et cette ancienne côte avaient été surélevés par suite d'un mouvement lent et continuel, il y aurait, du point supérieur des anciennes marées jusqu'aux côtes actuelles, des côtes en retraite non interrompues, et d'aucune manière des

(1) *Geological observations on South America*, p. 6, 7, 8.

coquilles encore dans leur position verticale; car le moindre mouvement des eaux les aurait couchées sur le côté.

Nous citerons encore un point plus rapproché de nous, et qui est justement célèbre. Nous voulons parler des fameuses buttes d'huîtres de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée), que M. Fleuriau de Bellevue a si soigneusement décrites en 1814. Nous y voyons le fait d'une brusque surélévation de l'époque actuelle. Voici sur quels faits nous nous appuyons : les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm ont environ 15 mètres de hauteur (les plus hautes) au-dessus des marées actuelles, et l'on y remarque 11 à 12 mètres d'épaisseur d'huîtres, en y comprenant les parties cachées sous le sol actuel; elles couvrent environ un kilomètre de surface, en trois buttes irrégulières. Ces amas sont formés d'huîtres, *toutes avec leurs deux valves*, dans toutes les positions, souvent retournées, amoncelées avec les autres coquilles et les Crustacés qui vivent actuellement, sur les bancs sous-marins; le tout parfaitement frais, *sans aucun sédiment intermédiaire*, on le croirait amoncelé de la veille : car on trouve souvent entre les huîtres des Crustacés entiers, qui s'étaient réfugiés dans les interstices qu'elles laissaient.

Lorsqu'on y compare les bancs d'huîtres actuels, on voit, de suite, que les buttes de Saint-Michel ne sont pas dans une position normale d'existence. Les bancs actuels montrent toujours une couche mince, rarement d'un centimètre, d'huîtres vivantes, ou, le plus souvent, des huîtres isolées sur les sédiments, mais jamais une grande puissance de ces coquilles vivantes, les supérieures et les sédiments qui les entourent devant nécessairement étouffer les autres. Or les buttes de Saint-Michel montrent 11 à 12 mètres d'huîtres toutes vivantes à la fois, et sans sédiments; elles n'ont donc pas pu vivre ainsi, comme on l'a cru généralement. La position des huîtres et l'inspection des lieux nous portent à croire qu'elles ont dû être charriées par un courant résultant d'une oscillation fortuite du sol. Voici nos preuves : en parcourant les environs, on voit, à une grande distance vers Luçon, des huîtres dans tous les creusements de fossés, correspondant au niveau inférieur des buttes, mais seulement sur une petite épaisseur comme sur les bancs actuels : ce sont les bancs de cette époque. Les buttes sont placées en dehors, et vis-à-vis du débouché que forme un détroit qui passe entre deux anciennes îles, l'*île de Saint-Michel-en-l'Herm*, et l'*île de la Dune*. Ne pourrait-on pas supposer que, durant une oscillation du sol, les huîtres ont été charriées par des courants, d'autant plus rapides qu'ils se trouvaient resserrés entre ces deux îles, et déposées en dehors, où ces courants, n'étant plus resserrés, devaient cesser entièrement? La forme des buttes viendrait confirmer cette hypothèse : elles forment, en effet, une pente douce du côté d'amont ou du détroit, et une pente abrupte du côté op-

posé, en aval, comme se déposent tous les matériaux transportés par des courants (§ 83).

En résumé, les exhaussements lents forment des côtes en retraite; les exhaussements brusques forment des gradins successifs.

§ 2546. **Des affaissements.** Si les points exhaussés sont toujours en vue, il n'en est pas de même des affaissements côtiers, car ils sont invariablement sous les eaux. Ils pourront donc, dans l'époque actuelle, le plus souvent être soupçonnés plutôt que prouvés. Nous croyons, cependant, qu'ils doivent être bien plus nombreux que les exhaussements, par suite de la force centripète et du tassement partiel que doit opérer le retrait des matières qui résulte du refroidissement (§ 160 et 161).

M. de Beaumont croit devoir conclure de beaucoup de faits savamment présentés, que les Pays-Bas ont dû s'affaisser graduellement. Des affaissements considérables ont eu lieu en 1819 dans l'Inde, à l'embouchure de l'Indus. Des affaissements lents ont lieu encore, de nos jours, dans la Scanie, au Groënland, etc. Les tourbières de l'époque actuelle, aujourd'hui sous les eaux de la mer (§ 2539), annoncent certainement un affaissement local. Si, du reste, il pouvait y avoir quelques doutes à cet égard, les monuments de quelques points nous en donneraient la preuve évidente. On cite, entre autres, dans l'île de Caprée, le palais de Tibère, qui est couvert par les eaux de la mer et s'est certainement affaissé; il en est de même de la voie antique de Baja, et des édifices élevés par Agrippa. A Pouzzoles, les colonnes d'un monument regardé successivement comme un temple de Jupiter, comme un temple de Sérapis, et qu'on croit n'être qu'un établissement thermal, nous donnent à la fois un affaissement et un soulèvement. Il a, sans aucun doute, été bâti sur un point hors de l'atteinte des eaux, et ne pouvait pas être à moins de quelques mètres au-dessus du niveau de la mer. Son pavé se trouve aujourd'hui au-dessous des eaux; mais trois colonnes en *marbre cipolin*, encore debout, sont, à 3 mètres au-dessus du pavé, et sur près de 2 mètres de longueur, perforées par des coquilles lithophages, sur un point qui est aujourd'hui à 3 mètres au-dessus de la mer. Il fallait donc que, lorsque ces colonnes ont été ainsi perforées, elles fussent enfoncées sous la mer jusqu'à la ligne qui représente le niveau des eaux de cette époque. En résumé, ces colonnes ont d'abord été construites au-dessus de la mer; elles ont ensuite été enfoncées d'environ 10 mètres et se sont trouvées sous les eaux : c'est alors qu'elles ont été perforées par les coquilles lithophages. Elles ont enfin été surélevées d'environ 6 mètres, jusqu'au niveau qu'elles occupent maintenant, mais encore à quelques mètres au-dessous du niveau où elles avaient été primitivement placées. Elles donnent donc la

preuve la plus complète que des oscillations du sol se sont manifestées sur ce point ; et l'on en doit conclure que, depuis notre époque, il y a eu, sur les côtes, des exhaussements et des affaissements lents et brusques, comme nous en avons constaté pour tous les âges antérieurs, depuis les plus anciens (§ 1755). C'est une continuité non interrompue des mêmes phénomènes.

Ces mouvements oscillatoires du sol, que le niveau des mers nous permet de reconnaître sur beaucoup de points du littoral, doivent nécessairement exister sur les continents ; seulement, les termes de comparaison manquant, le plus souvent, puisque les observations barométriques sur les hauteurs des montagnes sont relativement toutes récentes, il est difficile d'en donner les preuves mathématiques. Ne pourrait-on pas, néanmoins, regarder comme des signes d'affaissements la différence de hauteur trouvée par M. Boussingault sur les montagnes de la Colombie, entre les observations faites par M. de Humboldt et les siennes, après 30 années d'intervalle ? Nous le croyons, d'autant plus que ces différences en moins coïncident parfaitement avec l'élévation apparente de la limite inférieure des neiges perpétuelles des montagnes du nouveau monde.

§ 2547. **Les tremblements de terre considérés comme les causes des oscillations du sol.** Une oscillation brusque du sol est pour nous, sur une petite échelle, et avec des effets bien moins marqués, le même phénomène qu'une de ces grandes perturbations générales auxquelles nous attribuons la fin de chaque époque géologique (§ 160 à 171). La cause des oscillations du sol nous paraît dépendre des tremblements de terre. M. Boussingault a judicieusement pensé que ces derniers étaient produits par un tassement ou un éboulement intérieur du globe, qui ébranle la surface de la croûte terrestre. C'est aussi notre conviction ; car les tremblements de terre, indépendamment des tassements intérieurs qui les déterminent, amènent, presque toujours, des déplacements à la surface du sol, comme on l'a constaté sur tous les points du globe, au Chili, aussi bien que dans l'archipel grec, dans l'Inde, aux îles du Japon, en Calabre, en Portugal, etc. Citons quelques exemples des effets des tremblements de terre. Dans celui de la Calabre, en février 1783, le sol s'entr'ouvrit de toutes parts ; des étendues considérables de terrains *s'enfoncèrent tout à coup*, en laissant un lac à la place ou un gouffre à parois verticales, souvent de 100 mètres de profondeur ; quelques maisons furent surélevées, beaucoup d'autres *s'enfoncèrent*. A Messine, le rivage fut déchiré ; le sol du port *s'affaissa*, ainsi que le fond de la mer ; le quai descendit de quelques centimètres. Pendant ces mouvements terrestres, les eaux s'élevèrent à diverses reprises, s'avancèrent dans les terres, en détruisant la moitié de la ville de Messine,

29 bourgs de la côte, et enlevant les hommes et les animaux. Il y eut plus de 40,000 victimes parmi les habitants.

Dans le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, on observa les faits suivants : au moment du tremblement de terre, qui remua tout le pays, qui ébranla toute la ville et la campagne voisine, les montagnes se fendirent, des affaissements considérables eurent lieu, sans doute, dans la mer ; car un quai, nouvellement bâti en marbre, s'engloutit, ainsi que les barques qui y étaient attachées, dans un gouffre qui se forma et parut avoir plus de 200 mètres de profondeur. La mer se retira, d'abord ; revint, plus haute de 17 mètres que d'ordinaire, et forma des lames de projection qui envahirent plusieurs fois la côte. La secousse se fit sentir en Espagne, en France et dans toute l'Europe ; mais les effets des eaux s'étendirent bien plus loin. A Cadix, une grande lame de 20 mètres de hauteur balaya la côte d'Espagne à diverses reprises, et ravagea toute la côte ; à Kinsale, en Irlande, la mer enleva des navires du port et les porta jusque sur la place du marché ; à Alger, à Fez, 10,000 personnes périrent, et tout le bétail fut englouti ; à Tanger (Afrique), la mer franchit ses limites dix fois de suite et inonda le pays ; à Funchal, dans l'île de Madère (Canaries), les lames s'élevèrent à près de 17 mètres et couvrirent la côte à diverses reprises. Des lames de projection se firent enfin sentir, lors de ce tremblement de terre, de la Martinique (Antilles) jusqu'en Laponie, et des côtes d'Afrique jusqu'au Groënland, c'est-à-dire sur presque tous les points de l'océan Atlantique.

En résumé, on voit, par les faits connus, que les tremblements de terre sont la cause certaine des oscillations du sol, qu'ils ont produit ces nombreux exhaussements et affaissements que nous avons signalés à la surface du sol actuel. On voit encore, qu'ils ont eu pour effet de mettre les eaux en mouvement sur de vastes surfaces, en donnant la mesure comparative, par les petites parties déplacées, de ce qu'ont pu produire, à la surface du globe, la surélévation des chaînes des Pyrénées, des Alpes, des Andes et de l'Himalaya (§ 2535). Peut-être aura-t-on, alors, la certitude que le mouvement des eaux a fait, un grand nombre de fois, le tour du monde avant de s'arrêter, et qu'il a pu détruire simultanément tous les êtres à la fois (§ 171).

§ 2548. **Du déluge, attribué aux oscillations du sol.** Si nous cherchons dans les traditions de tous les peuples, nous aurons la preuve de nombreuses catastrophes semblables à celles que nous venons d'indiquer ; et, sans doute, bien plus considérables que le tremblement de terre de Lisbonne. L'histoire de toutes les régions du globe est remplie de faits identiques, souvent intimement liés à l'origine de ces peuples, et à leurs croyances religieuses. C'est indubitablement la transmission d'événements de cette nature, conservés dans le souvenir d'un déluge chez les Incas et

les autres nations du nouveau monde, qu'on trouve du Pérou au Mexique. Nous ne doutons nullement encore, que le déluge de la Genèse ne soit le résultat d'oscillations considérables du sol, opérées depuis la création de l'homme, qui ont mis les eaux en mouvement sur une vaste échelle.

§ 2549. **Des dénudations profondes produites à la surface de la terre par le mouvement des eaux.** Nous venons de parler de l'effet des eaux, dans une oscillation du sol, où à peine quelques points des côtes ont été modifiés. Voyons maintenant à la surface de notre sol quelles sont les traces récentes que nous y remarquons, et qui nous donnent la valeur de ces mouvements aqueux. Il est impossible de parcourir un point quelconque de la France sans apercevoir des traces évidentes de ces mouvements superficiels des eaux, qui ne peuvent, en aucune manière, s'expliquer par les causes actuelles. Parcourons-nous les plaines de Chartres, de la Champagne, et même du Poitou, nous y voyons, à la surface du sol, des silex enlevés à la craie, provenant de dénudations profondes. Les environs de Paris, au bois de Boulogne, au Point-du-Jour, à Neuilly, montrent des alluvions anciennes proportionnées aux dénudations opérées sur ce point, sans doute par plusieurs perturbations géologiques successives, d'une grande puissance; car on y trouve réunis des débris de roches plutoniques, telles que des roches granitiques et porphyritiques, apportées des Vosges ou du plateau central de la France, mélangés à des restes de roches stratifiées, dépendantes de l'étage crétacé sénonien, et de tous les étages tertiaires du même bassin. Il n'est donc pas douteux que le mouvement des eaux qui a produit ces alluvions considérables ne s'étendît des Vosges ou du plateau central de la France jusqu'à Paris, et qu'il n'eût assez de force pour transporter, de distances aussi considérables, des fragments de roches assez pesants.

Voulons-nous avoir une idée du transport qui s'est opéré durant les dernières commotions géologiques, et de la force avec laquelle les eaux agissaient sur les roches consolidées? nous en aurons une preuve sans nous éloigner de Paris. Que sont devenues, en effet, ces couches qui unissaient entre eux, autour de Paris, le mont Javoult, le mont Meillan, Montmorency, Montmartre, le mont Valérien, et qui devaient former un grand tout avec Clamart et Sèvres? Ici les eaux ont enlevé la plus grande surface des couches, et ont formé, des lambeaux restants, de véritables *montagnes de dénudation*. Il n'y a eu cependant que trois commotions géologiques postérieures à l'étage tongrien, qui couronne ces sommités. Nous avons fait remarquer qu'en Touraine (§ 2495) il restait à peine un centième de la surface des dépôts marins de l'époque falunienne, les autres parties ayant été enlevées seulement par deux perturbations géologiques. On doit donc voir, dans ces vastes dénudations de couches, des moyens

de transport d'une *force extraordinaire*, bien au-dessus de tout ce que peut donner la nature actuelle, et qui résultent évidemment des perturbations géologiques, comme nous les admettons (§ 163 à 171).

Cette force extraordinaire de dénudation, comparable seulement aux grands faits qui ont produit le relief des montagnes, nous étonne d'autant plus que nous voulons, trop souvent, comparer les effets de la nature à ce que nous pouvons produire, sans trop nous rendre compte de notre faiblesse. La force aqueuse qui a pu enlever ces masses considérables de sédiments, dans les commotions géologiques, n'est effectivement explicable que par des dislocations qui embrassent une grande partie de la circonférence du globe, comme celle des Andes, c'est-à-dire à un de ces mouvements qui doivent effrayer notre esprit, mais n'en sont pas moins réels.

Les dénudations que nous signalons, et qui sont pour ainsi dire sous nos yeux, existent partout dans la nature. On les trouve tout autour du bassin anglo-parisien, dans l'élargissement de toutes les vallées, dans le morcellement en lambeaux des dépôts marins tertiaires qui dépendaient d'une mer unique, et devaient couvrir de vastes surfaces. On en reconnait les effets dans le drift qui couvre le sol américain, et dans tous les matériaux sédimentaires meubles charriés partout à la surface du globe. En un mot, les dénudations, les transports de sédiments superficiels, sont généraux sur la terre, et aussi certains que les mouvements des eaux qui ont pu les produire, que les dislocations du sol qui ont pu donner l'impulsion et mouvoir les masses aqueuses ; ainsi, tous ces grands faits viendraient encore se corroborer les uns les autres, et ne pourraient s'expliquer sans une corrélation des plus positives.

§ 2550. **Du rapport des oscillations du sol avec l'extensiou des glaciers.** Après tout ce qui a été écrit sur les glaciers, par des hommes les plus compétents, nous n'en parlerions pas ici, si nous ne voyions quelques conséquences stratigraphiques à en déduire, si nous ne trouvions des rapports évidents entre l'extension des glaciers et les oscillations du sol. Nous en dirons donc quelques mots, sous ce dernier point de vue seulement.

**De l'âge des glaciers dans les Alpes et dans les Vosges.** On a pensé, dans ces derniers temps, que les glaciers avaient pu exister depuis les premiers terrains tertiaires. Nous croyons, au contraire, qu'ils sont spéciaux à notre époque, et qu'ils rentrent dans les phénomènes physiques actuels. Aux considérations sur les lignes isothermes de l'étage subapennin (§ 2534), nous avons cherché à démontrer que, tandis que, dans le bassin méditerranéen, vivait une Faune marine purement tropicale, l'Italie, la France et toute l'Europe nourrissaient des Singes, des *Éléphants*, des Rhinocéros, des Tapirs, des Hippopotames et des Girafes,

également propres à la zone torride. Cette Faune terrestre et marine excluait tout à fait, à l'époque subapennine, la présence des glaciers sur l'emplacement des Alpes, et cela d'autant plus certainement, que des ossements d'Éléphants (*Elephas primigenius*), de Rhinocéros (*R. tichorinus*) ont été rencontrés aux environs de Bâle, entre Bâle et Strasbourg, par M. Merian; dans le canton de Saint-Gall, près de Rapperschweil, par M. Escher-de-la-Linth; dans les cantons de Zurich, de Fribourg et de Genève (1), sur les versants qui dépendent des Alpes. Il ne peut donc exister de doutes à cet égard; et les glaciers ne seraient dès lors apparus qu'après le dernier relief des Alpes, et seulement au commencement de l'époque actuelle. Nous croyons que tous les travaux des observateurs consciencieux amènent à cette dernière conclusion, en rapport avec tous les faits.

§ 2551. Les savantes recherches de MM. Agassiz, Desor, Martins, Charpentier, Coulon, etc., les conduisent à retrouver, dans les Alpes, d'anciennes moraines qui donnent aux glaciers une extension bien plus considérable que de nos jours, et indiquent qu'à une époque donnée ils existaient même dans les Vosges, où ils manquent complétement aujourd'hui. Ces faits, qu'il est difficile de révoquer en doute, ont été interprétés de différentes manières. Notre cadre, trop restreint, ne nous permettant pas de discuter ici les diverses opinions émises à cet égard, nous nous contenterons d'indiquer la corrélation que nous croyons reconnaître entre cette plus grande extension des glaciers et les oscillations du sol. Les glaciers, disons-nous, paraissent avoir eu une bien plus grande extension dans les Alpes, et avoir couvert les Vosges, où ils n'existent plus de nos jours. Les causes qui font avancer ou reculer les glaciers peuvent se rattacher à quelques circonstances physiques de l'atmosphère, mais elles sont subordonnées surtout à la plus ou moins grande intensité du froid. Les lignes isothermes sur les continents, abstraction faite des courants et des autres cas exceptionnels, dépendent donc de deux causes : des lignes de latitude, plus ou moins rapprochées du pôle, ou du degré d'élévation des lieux au-dessus du niveau de la mer. Dans les Alpes, le degré de latitude est, depuis notre époque, sans doute resté identique, comme sur le reste du monde. En est-il de même pour l'élévation ? On sait que le niveau des neiges perpétuelles, et des glaciers, varie en élévation sur les montagnes, en raison de la température du lieu, déterminée par l'éloignement des pôles. Si, par exemple, le niveau des neiges perpétuelles s'étend presque jusqu'au niveau de la mer, au Spitzberg, au cap Horn, il s'élève au-dessus de 5,000 mètres sous la zone

(1) Voyez l'important mémoire de MM. Martins et Gastaldi, *Bull. de la Soc. Géol.*, tome VII, p. 601.

torride. Il en résulte que, sous la même latitude, une différence de hauteur au-dessus de la mer se traduit toujours, sur les montagnes, par la même différence dans le niveau des neiges et des glaciers.

Nous avons vu que les observations géologiques d'un grand nombre d'observateurs signalent les glaciers descendant beaucoup plus bas sur les versants des Alpes qu'ils ne descendent aujourd'hui, et qu'ils couvraient en même temps les Vosges, où ils n'existent plus de nos jours. Il fallait donc, pour que les glaciers existassent sur ces points, que la température fût plus froide, ou que les Alpes et les Vosges fussent plus élevées qu'elles ne le sont. Il paraît difficile d'admettre la première supposition, tandis que la seconde nous paraît donner la solution du fait. Les oscillations du sol, avons-nous dit (§ 2538), dénotent, sur le littoral des mers, des différences de niveau de 700 mètres avec le niveau actuel. Ces différences sont appréciables par les corps organisés marins qu'on trouve placés, aujourd'hui, bien au-dessus du niveau des océans, où ils ont vécu. Les mêmes oscillations ont dû se marquer sur les continents, et surtout dans les montagnes; seulement on ne les a pas constatées dans les plus anciens temps, parce que les moyens de les reconnaître existent pour ainsi dire d'hier, et manquaient totalement dans les siècles passés. Qui empêche donc de supposer que, lors de la fin de la période subapennine, le relief de la dislocation des Alpes s'est élevé à *un millier* de mètres plus haut qu'il ne l'est aujourd'hui, en exhaussant encore, par suite de la même dislocation, la plus grande partie de la chaîne des Vosges? car il est remarquable que là les terrains jurassiques sont bien plus élevés qu'ailleurs. L'ensemble des Alpes, par suite d'une élévation de 1000 mètres de plus au-dessus des océans, aurait nécessairement eu des glaciers plus vastes, bien plus étendus; les vallées des Vosges devaient aussi en être couvertes alors. Il ne faut pas oublier que cette plus grande élévation devait exister au commencement de notre époque, tandis que les Alpes étaient encore toutes nouvelles. Cette surélévation de 1000 mètres a pu se maintenir un grand nombre de siècles, et laisser agir, sur une vaste échelle, tous les phénomènes des glaciers : transport des blocs erratiques, formation de moraines latérales et terminales, etc. Il ne faut pas oublier encore, que, depuis l'époque actuelle, de nombreuses oscillations du sol se sont certainement fait sentir, et que parmi celles-ci se trouve l'oscillation qui a donné lieu, chez tous les peuples, au souvenir d'un déluge. Rien alors d'étonnant que les Alpes et les Vosges, après avoir été plus élevées qu'aujourd'hui, lors des oscillations du sol, ne se soient successivement affaissées, en même temps qu'une portion plus ou moins grande des contrées environnantes. Cet affaissement graduel serait tout à fait en rapport, dans les Alpes et les Vosges, avec le retrait également graduel des glaciers, retrouvé par les ancien-

nes moraines observées entre les limites anciennes les plus éloignées et les limites actuelles de l'action des glaciers.

En résumé, le retrait des glaciers, par l'action d'affaissements successifs dus aux oscillations du sol, dont nous pouvons aujourd'hui apprécier la valeur, nous paraît donner naturellement l'explication de tous les phénomènes qui se rattachent à l'ancienne extension des glaciers dans les Alpes, et à leur disparition dans les Vosges. A cette conclusion purement locale, nous sommes loin d'assimiler tous les faits qu'on rattache généralement à la période glacière sur les autres points du globe. Nous croyons, au contraire, qu'il faudra les isoler, pour en obtenir la solution satisfaisante, comme on a déjà cherché à le faire dans beaucoup de travaux importants.

§ 2552. **Caractères paléontologiques.** Les grands traits de dissemblance qui existent entre la Faune subapennine et la Faune actuelle sont qu'avec la dernière époque géologique qui nous a précédés sur la terre a disparu toute l'uniformité distributive des êtres qui plaçait, aussi bien dans les régions chaudes que dans les régions froides, toujours des Faunes spéciales aux zones tropicales. Loin de suivre cette marche, les êtres fossiles de l'étage contemporain sont absolument distribués comme la Faune actuelle, c'est-à-dire qu'ils suivent toutes les lignes isothermes terrestres et marines qui existent de nos jours sur les continents et dans les mers (§ 109 à 116). On reconnait donc les fossiles de l'époque contemporaine à leur *identité la plus positive* avec la Faune locale la plus voisine, comme nous allons en citer des exemples, pris dans les diverses régions. Voici deux exemples de cette Faune (*fig.* 627, 628).





*Fig.* 627. Littorina littorea.



*Fig.* 628. Ostrea edulis.

§ 2553. *Sous la zone torride*, on rencontre aux environs de la Havane, à Cuba, à la Guadeloupe et sur beaucoup d'autres îles des Antilles, une série nombreuse de fossiles, souvent entièrement dénaturés et à l'état de moule, composés des mêmes espèces qui vivent aujourd'hui dans les mers voisines. Nous citerons les espèces suivantes, dont nous avons

vérifié la détermination : *Natica canrena*, *mamillaris; Trochus pica ; Turbo longispina*, *cœlatus; Cypræa exanthema*, *Mus*, *Spurca pediculus; Oliva conoidalis; Conus Daucus*, *nebulosus ; Strombus gigas*, *accipitrinus* et *Gallus ; Purpura patula*, *Cerithium litteratum*, *Murex asperrimus*, *Fusus morio*, *Fasciolaria tulipa ; Cassis flammea*. *testiculus; Dolium perdix* , *Calyptræa equestris*, *Venus maculata*, *Lucina Jamaicensis ; Cardium muricatum*, *bullatum; Arca Americana*, *Lithodomus niger*, *Pecten gibbus; Spondylus folia*, *brassicæ*, etc., etc.

Aux environs d'Arica et de Cobija, sur les côtes du Grand Océan, nous avons recueilli à l'état fossile les espèces qui suivent, vivantes sur la même côte : *Trochus luctuosus*, d'Orb.; *Fissurella crassa*, Lamarck; *Chiton tuberculatus*, Sowerby ; *Purpura chocolata*, Duclos; *Purpura concholepas*, d'Orb.; *Triton scaber* , Broderip.; *Infundibulum trochiforme*, *Venus Dombeyi*, Lam.; *Venus opaca*, Lam.

*Dans l'hémisphère nord*, on rencontre fossiles à Udewalla, et sur beaucoup d'autres points de la Suède, de la Norwége, et même jusqu'au Canada, les espèces marines suivantes, qui vivent dans toutes les mers du nord : *Littorina littorea*, *Rostellaria occidentalis*, *Purpura lapillus*, *Buccinum undatum; Mya truncata*, *arenaria; Mactra gigantea*, *Mytilus edulis*, etc., etc.

Les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée) offrent toute la Faune des bancs d'huîtres sous-marins de la baie de Bourgneuf, et de toutes les côtes, telles que *Buccinum undatum*, *Murex erinaceus*, *Nassa reticulata*, *Cypræa coccinella*, *Cerithium tuberculare*, *Scalaria communis*, *Chiton albus*, *Mytilus barbatus*, *Pecten opercularis*, *Anomia ephippium*, et *Ostrea edulis*.

Les points surélevés de l'île de Sicile et de Monaco montrent, sans aucune différence, toute la Faune marine qui habite sur les côtes de la Méditerranée, dont il serait trop long de faire ici l'énumération.

*Dans l'hémisphère sud*, nous avons recueilli, à la Bahia-de-San-Blas (Patagonie), à 10 mètres au-dessus de leur niveau actuel d'habitation, les *Scalaria elegans*, *Natica limbata; Olivancillaria Brasiliensis*, *auricularia ; Volutella angulata*, *Voluta Brasiliana*, *Buccinanops cochlidium*, *Venus Patagonica*, *Lucina Patagonica*, *Lavignon plicatella*, etc., etc.

A Montevideo, dans la ville même, et au Cerro, de l'autre côté de la baie, on reconnaît des espèces identiques aux espèces de la côte marine de l'embouchure de la Plata : *Trochus Patagonicus*, *Buccinanops globulosum*, *Siphonaria Lessonii*, *Helcion subrugosus*, *Ostrea Puelchana*.

Ces exemples, pris sur différents points du globe, prouveront, comme nous l'avons dit, que toujours la Faune fossile surélevée ressemble en

tout à la Faune qui habite la côte la plus voisine. C'est, enfin, à l'époque contemporaine qu'appartiennent tous ces restes humains rencontrés soit dans les cavernes, soit dans les alluvions superficielles du sol, soit enfin aux couches marines consolidées des Antilles. Il en est de même des Mammifères fossiles de la Faune actuelle qui se rencontrent dans les tourbières, et dans toutes les autres circonstances.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME.



# TABLE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LE SECOND VOLUME.

## QUATRIÈME PARTIE. — Succession chronologique des âges du monde.

FIN DE LA TABLE.

# ERRATA.

---

Tome I. Page 126, ligne 13, au lieu de *centrifuge*, lisez *centripète*.

— Page 213, au titre de la figure, au lieu de *Palæopas Tolihipicus*, lisez *Palæophis Toliapicus*.

— Page 224, à la lettre de la figure 115, au lieu de *Icthyodorulites*, lisez *Ichthyodorulites*.

Tome II. Page 263, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— id. au lieu de *Péridolite*, lisez *Péridotite*.

— Page 272, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— Page 286, § 1669, au lieu de *Porphyre protogénique*, lisez *Porphyre protoginique*.

---

Corbeil, typ. et stéréot. de CRÉTÉ.

# ERRATA.

---

Tome I. Page 126, ligne 13, au lieu de *centrifuge*, lisez *centripète*.

— Page 213, au titre de la figure, au lieu de *Palæopas Tolihipicus*, lisez *Palæophis Toliapicus*.

— Page 224, à la lettre de la figure 115, au lieu de *Icthyodorulites*, lisez *Ichthyodorulites*.

Tome II. Page 263, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— id. au lieu de *Péridolite*, lisez *Péridotite*.

— Page 272, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— Page 286, § 1669, au lieu de *Porphyre protogénique*, lisez *Porphyre protoginique*.

---

Corbeil, typ. et stéréot. de CRÉTÉ.

# ERRATA.

---

TOME I. Page 126, ligne 13, au lieu de *centrifuge*, lisez *centripète*.

— Page 213, au titre de la figure, au lieu de *Palæopas Tolihipicus*, lisez *Palæophis Toliapicus*.

— Page 224, à la lettre de la figure 115, au lieu de *Icthyodorulites*, lisez *Ichthyodorulites*.

TOME II. Page 263, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— id. au lieu de *Péridolite*, lisez *Péridotite*.

— Page 272, au lieu d'*Armophantite*, lisez *Harmophanite*.

— Page 286, § 1669, au lieu de *Porphyre protogénique*, lisez *Porphyre protoginique*.

---

Corbeil, typ. et stéréot. de CRÉTÉ.

